

# Kestävä kehitys fysiikan yläkoulun oppikirjoissa

Henna Perätalo

Oulun yliopisto

2019

# Sisällysluettelo

<b>1. Johdanto.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Kestävä kehitys .....</b>	<b>3</b>
2.1 Ympäristökasvatuksesta kestävään kehitykseen.....	3
2.2 Ympäristökasvatus Suomessa.....	6
2.3 Mitä on kestävä kehitys? .....	7
2.4 Kestävä kehitys perusopetuksen opetussuunnitelmassa.....	10
2.5 Oppikirjojen merkitys perusopetuksessa? .....	13
<b>3. Kestävä kehitys fysiikan oppikirjoissa.....</b>	<b>15</b>
3.1 Ilmiö 7-9 Fysiikka .....	16
3.2 Titaani Fysiikka 7-9 .....	25
3.3 FyKe Fysiikka 7-9.....	33
<b>4. Tulokset .....</b>	<b>41</b>
<b>5. Johtopäätökset .....</b>	<b>65</b>
<b>6. Yhteenveto .....</b>	<b>68</b>

# 1. Johdanto

Tämän pro gradu -tutkielman aiheen valintaan vaikutti kolme kriteeriä. Ensimmäinen kriteeri oli, että aihe liittyisi oman pääaineen opettamiseen ja tukisi tulevaa työuraa. Toinen aiheen valintaan vaikuttava tekijä oli omat mielenkiinnon kohteet ja kolmas aiheen ajankohtaisuus.

Aineenopettajaopinnoissamme on mielestäni turhan vähän tutkittu opetussuunnitelmaa, vaikka se on ainoa tulevaa työtä velvoittava dokumentti, joten halusin liittää tutkimuksen peruskoulun tai lukion opetussuunnitelmaan. Omista mielenkiinnonkohteista valikoitui luonto. Olen viettänyt lapsuuden pienellä paikkakunnalla, kaupungin hulinan ulkopuolella, puhtaan luonnon keskellä. Lapsuus luonnon keskellä jätti jälkensä, sillä vielä nykyisinkin luonto on minulle tärkeä paikka. Kun mukaan lisää kriteerin ajankohtaisuudesta, aiheeksi valikoitui kestävä kehitys. Kestävä kehitys löytyy opetussuunnitelmista, ja halusin tässä tutkimuksessa päästä tarkastelemaan sitä, kuinka paljon kestävä kehitys näkyy oppikirjoissa.

Koska pääaineenani on fysiikka, valikoitui näkökulmaksi tutkia fysiikan oppikirjoja sekä fysiikan osiota opetussuunnitelmista. Tällä hetkellä opetuksen näkökulmasta kiinnostukseni on enemmän yläkoulun puolella, joten aihe rajautui vielä koskemaan vain peruskoulun opetussuunnitelman yläkoulun osiota sekä yläkoulun oppikirjoja. Tutkimusongelmat voidaankin lyhyesti kiteyttää kysymyksiin: ”Miten kestävä kehitys näkyy yläkoulun fysiikan oppikirjoissa?” sekä ”Toteuttavatko yläkoulun fysiikan oppikirjat opetussuunnitelman kirjaukset kestävästä kehityksestä?”

Tämä tutkimus koostuu neljästä luvusta, joista ensimmäisenä on johdanto. Toisessa luvussa selvitetään ”Kestävä kehitys”-käsite sekä miten se esiintyy peruskoulun opetussuunnitelmassa ja siinä erityisesti fysiikan oppiaineen kohdalla. Toisen luvun lopussa tehdään lyhyt katsaus opettajien näkemyksiin oppimateriaalien ja opetussuunnitelman välisestä suhteesta.

Kolmannessa luvussa keskitytään tutkittaviin oppikirjoihin ja siihen, miten kestävä kehitys otetaan huomioon oppikirjoissa. Tässä luvussa käydään läpi, mitä asioita kukin oppikirja pitää sisällään kestävässä kehityksessä liittyen. Oppikirjojen keskinäinen vertailu tehdään neljännessä luvussa sekä tekstin että taulukoiden avulla. Tässä luvussa pohditaan, mikä oppikirja käsittelee kestävästä kehityksestä laajimmin, ja sitä kautta toteuttaa opetussuunnitelmaa parhaiten kestävä kehityksen osalta. Viidennessä luvussa tehdään vielä yhteenveto tutkimuksen tuloksista.

## 2. Kestävä kehitys

Jotta osataan arvioida, miten kestävä kehitys otetaan huomioon peruskoulun fysiikan opetuksessa, tulee ensin perehtyä siihen, mitä kaikkea käsite pitää sisällään. Mitä se tarkoittaa ja mitkä seikat ovat johtaneet käsitteen syntymiseen.

Seuraavaksi on tarpeellista tarkastella opettamista ohjaavaa asiakirjaa eli opetussuunnitelman perusteita. Tämä dokumentti on velvoittava, ja sen tehtävänä on turvata, että jokainen oppilas Suomessa saa yhtä laadukasta opetusta asuinpaikasta riippumatta. Jos jokin asia mainitaan opetussuunnitelmassa, sen täytyy näkyä opetuksessa. Tämän takia tutkitaan myös opetussuunnitelmaa.

Nykyään on olemassa vaikka kuinka paljon erilaisia oppimateriaaleja opettamista ohjaavan ja velvoittavan opetussuunnitelman toteuttamiseksi. Loppupeleissä opettaja on kuitenkin se, joka päättää oppituntien sisällön. Tämän takia yksi suuri opettamiseen ja oppimiseen vaikuttava tekijä on opettaja. Onkin siis hyvä perehtyä myös siihen, miten peruskoulun opettajat suhtautuvat opetussuunnitelmiin ja oppimateriaaleihin.

Oppikirjat ovat yksi laajimmin käytetyistä oppimateriaaleista. Ne ovat käytössä lähes jokaisessa koulussa, ja oman kokemukseni mukaan usein kurssit ja yksittäiset oppitunnit rakennetaan niiden ympärille. Siksi on tärkeää, että oppikirjat toteuttaisivat mahdollisimman hyvin opetussuunnitelmaa.

### 2.1 Ympäristökasvatuksesta kestävään kehitykseen

Vaikka kestävä kehitys on vasta viime aikoina tehnyt lopullisen läpimurtonsa, asiaan on herätty jo 1960-luvulla. Ympäristökasvatuksen alkuperä ulottuukin noihin aikoihin, ja 1970-luvulta on peräisin käsite ”environmental education”, jonka ensimmäisenä lanseerasi Maailman luonnonsuojeluliiton IUCN:n kasvatus- ja viestintäkomissio. Ympäristökasvatuksen edistämiseksi työtä on alusta asti tehnyt IUCN:n lisäksi muun muassa Maailman Luonnon Säätiö WWF sekä muut kansainväliset ympäristöjärjestöt. Ympäristöjärjestöjen lisäksi ympäristökasvatuksen edistämistyötä on tehty myös valtioiden välisissä järjestöissä ja hallituksissa, esimerkkeinä Yhdistyneiden kansakuntien

kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö (UNESCO), Yhdistyneet kansakunnat (YK) sekä Euroopan Unioni (EU). [1]

Kansainvälisen ympäristökasvatusohjelman (IEEP) ensimmäiset merkit näkyivät vuonna 1972 YK:n ympäristökonferenssissa, jonne osallistui edustajia sekä teollisuus- että kehitysmaista. Jo tällöin osattiin nähdä ihmisten toiminnan vaikutukset ympäristöön. Vuonna 1975 asetettiin ympäristökasvatuksen päätavoitteet Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelman (UNEP) ja UNESCO:n toimesta, ja nämä tavoitteet hyväksyttiin ministeritasolla YK:n ympäristökonferenssissa kaksi vuotta myöhemmin. [1]

Ympäristökasvatuksella on kolme tavoitetta. Ensimmäinen tavoite on saada ihmiset ymmärtämään kuinka taloudelliset, sosiaaliset, poliittiset ja ekologiset tekijät riippuvat toisistaan sekä maalais- että kaupunkiympäristössä. Toinen tavoite on mahdollistaa, että jokaisella ihmisellä on tarpeeksi tietoa ja osaamista suojella ja parantaa ympäristöä. Tämä tavoite pitää sisällään myös ihmisten arvot, asenteet ja sitoutumisen. Kolmas tavoite on luoda uusia toimintamalleja yksilötasolta aina yhteiskunnan tasolle. Nämä tavoitteet ovat ohjanneet ympäristökasvatusta aina tähän päivään asti. [1]

Ympäristökasvatus käsitteenä tarkoittaa elinikäistä oppimisprosessia, joka tapahtuu kaikilla koulutusasteilla. Sen tavoitteena on tuoda ihmisten tietoisuuteen ympäristökysymyksiä, mutta lisäksi tähdentää ihmisen omaa roolia ympäristön kannalta. Ympäristökasvatuksen painopisteet voivat vaihdella: joskus painotetaan enemmän ympäristöä, joskus ihmisen toimia luonnon kannalta. Ympäristökasvatus on hyvä esimerkki poikkitieteellisestä kokonaisuudesta. [1]

1980-luvulla ympäristökasvatuksen rinnalle nousi laajemmat kestävän kehityksen teemat sekä kansainväliset tavoitteet. ”Ympäristön ja kehityksen maailmankomissio”, toiselta nimeltään puheenjohtajansa mukaan ”Brundtland-komissio”, asetettiin YK:ssa vuonna 1983. Sen tehtävänä oli keskittyä kansainvälisiin ympäristö- ja kehitysongelmiin sekä keksiä niihin realistisia ratkaisuja, jotta tulevienkin sukupolvien luonnonvarat olisi turvattu. Kestävä kehitys käsitteenä on otettu käyttöön IUCN:n, UNEP:n ja WWF:n ympäristönsuojelustrategiassa vuonna 1980, mutta käsitteen laajempi tietoisuus lisääntyi Brundtland-raportin myötä vuonna 1988. Jo tuolloin nostettiin esille myös ajatus siitä, että ympäristökasvatus tulee sisällyttää kaikkiin oppiaineisiin. [1]

Kestävän kehityksen kansainvälinen käsittely jatkui vuonna 1992 Rio de Janeirossa, jossa paikalla oli edustajia 118 eri maasta. Nämä UNCED-konferenssin edustajat olivat niin hallitus-, järjestö- kuin yksityistasolta, ja he sopivat konferenssissa kestävän kehityksen periaatteista. Periaatteet vahvistettiin Rion julistuksessa ja Agenda 21 -nimisessä toimintaohjelmassa. Agenda 21:ssä muun muassa otetaan kantaa siihen, että ympäristö- ja kehityskysymyksien laaja-alainen käsittely kuuluu niin koulussa kuin sen ulkopuolella tapahtuvaan kasvatukseen. Valtioita kannustettiin sellaisten strategioiden laatimiseen, joissa kaikkeen koulutukseen integroituu myös ympäristö ja kehitys. Suomi teki kansallisen ympäristökasvatusstrategian 1990-luvun alussa, mutta globaalisti strategioita on valitettavasti luotu vähissä määrin. [1]

Agenda 21 -ohjelman toteuttaminen alkoi aktiivisesti maailmanlaajuisesti, mutta vuoden 2002 Johannesburgin kestävän kehityksen huippukokouksessa huomattiin, että siitä huolimatta monet ohjelman tavoitteet jäivät toteutumatta. Huippukokouksen tavoitteena olikin edistää kyseisten tavoitteiden saavuttamista, minkä lisäksi kestävän kehityksen kolme pääteemaa: taloudellinen kehitys, sosiaalinen kehitys sekä ympäristönsuojelu, olivat vahvasti esillä. Näitä kestävän kehityksen ulottuvuuksia tulisi toteuttaa paikalliselta tasolta aina globaalille tasolle asti. [1]

Kokouksessa nousi myös esille YK:ssa aiemmin hyväksytty Millenium-julistus, joka käsittelee maailman tilaa vuonna 2015. Tämä julistus päätettiin kokouksessa pistää toteutukseen. Julistus sisältää kahdeksan päämäärää, jotka kaikki liittyvät kestävään kehitykseen. Tavoitteena on poistaa äärimmäinen köyhyys ja nälkä, ulottaa peruskoulutus kaikkialle, edistää sukupuolten välistä tasa-arvoa, vähentää lapsikuolleisuutta ja parantaa odottavien äitien terveyttä, taistella tauteja, kuten HIV, AIDS ja malaria, vastaan, taata ympäristön kestävä kehitys sekä viimeisenä, toteuttaa globaalia kumppanuutta kehitykseen liittyvissä asioissa. [1]

Vuonna 2015 YK:n jäsenmaat kokoontuivat huippukokoukseen New Yorkissa, jossa sovittiin kestävän kehityksen tavoitteista sekä toimintaohjelmasta vuoteen 2030 asti. Tämä tavoiteohjelma tunnetaan nimellä Agenda2030, ja sen suurimmat tavoitteet ovat äärimmäisen köyhyyden poistaminen sekä kestävä kehitys, jonka ulottuvuuksiin kuuluu ympäristö, talous ja ihminen, kaikki kolme tasavertaisesti. Agenda2030 sisältää 17 kestävän kehityksen tavoitetta, jotka tulivat voimaan vuonna 2016. Tavoitteet ovat globaaleja sitoen niin rikkaita kuin köyhiä maita. Tavoitteet ovat hyvin lähellä Millenium-julistuksen tavoitteita, mutta laajemmin ja yksityiskohtaisemmin esitettynä. Nämä 17 tavoitetta sisältävät myös yksityiskohtaisemmat alatavoitteet. Agenda2030-ohjelman 17

tavoitetta voidaan sisällyttää viiteen laajempaan kokonaisuuteen: rauha, yhteistyö, ihmiset, planeetta sekä hyvinvointi. [2]

## 2.2 Ympäristökasvatus Suomessa

Vielä 70-luvulla ympäristökasvatus käsitteenä oli Suomessa harvinainen, mutta seuraavalla vuosikymmenellä se alkoi näkyä sekä opetussuunnitelmissa ja strategioissa että keskusteluissakin. 80- ja 90-lukujen taitteessa ympäristökasvatuksen edistäminen Suomessa oli huipussaan, ja kuten aiemmin jo todettiin, Suomi julkaisi vuonna 1992 kansallisen ympäristökasvatusstrategian. Tämän strategian lisäksi aktiivisuus ympäristökasvatukseen liittyen näkyi muun muassa kansainvälisen Itämeri-hankkeen käynnistymisenä ja erilaisten yhdistysten ja seurojen toiminnan aktivoitumisena. Vuonna 1986 perustettiin Suomeen ensimmäinen luontokoulu, minkä lisäksi toiminnan aloitti myös Kestävän kehityksen toimikunta, jolle perustettiin vuonna 1993 koulutus- ja valistusjaosto. [1]

Kestävän kehityksen toimikuntaa johti professori Pentti Malaska. Toimikunnan työryhmä laati muistion, joka osaltaan kehitti kestävän kehityksen tulkintaa Suomessa. [3] Muistiossa kestävä kehitys jaetaan kolmeen ulottuvuuteen: ekologisesti kestävään kehitykseen, yhteiskunnallisesti oikeudenmukaiseen kehitykseen sekä ihmisen henkisesti uudistavaan kehitykseen. Ekologisesti kestävä kehitys pitää sisällään biodiversiteetin eli luonnon monimuotoisuuden sekä luonnonvarojen ja luonnon sietokyvyn turvaamisen kaikessa ihmisen toiminnassa. Yhteiskunnallisesti oikeudenmukaisella kehityksellä tarkoitetaan sitä, että jokaisella on samanlaiset mahdollisuudet luoda omaa hyvinvointia. Tämän lisäksi ulottuvuus pitää sisällään huolehtimisen siitä, että kaikkien kohdalla toteutuu perusoikeudet ja mahdollisuudet elämän perusedellytyksiin. Ihmisen henkisesti uusiutuvaa kehitystä muistiossa luonnehditaan niin, että kestävä kehitys antaa mahdollisuudet vapaaseen henkiseen toimintaan, eettiseen kasvuun sekä kulttuuriseen monimuotoisuuteen. [4]

Ympäristökasvatus tuli valtakunnallisiin opetussuunnitelmiin vuonna 1985. Tässä opetussuunnitelmassa ympäristökasvatuksen tavoitteena oli saada oppilaille ymmärrys ympäristöstä ja sen eri piirteistä. Vuoden 1994 opetussuunnitelmassa mukaan tuli myös luonnon monimuotoisuus ja kestävä kehitys. Pikkuhiljaa ympäristökasvatus-käsitteestä luovuttiin ja se korvattiin käsitteellä kestävä kehitys. Tässä vaiheessa huomattiin, että maininta opetussuunnitelmissa ei ulotu käytäntöön, minkä takia opetushallitus julkaisi vuonna 2002 kestävän

kehityksen edistämishojelman, jotta kestävän kehityksen tavoitteita huomioitaisiin paremmin opetuksessa ja koulun muussa toiminnassa. [1]

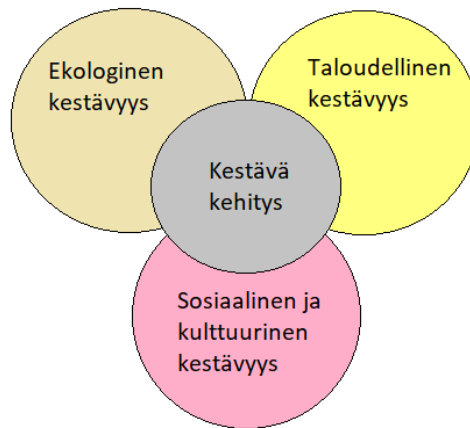
Vuonna 2002 hyväksyttiin Itämeren alueen koulutuksessa kestävää kehitystä edistävä ohjelma ”An Agenda 21 for Education in the Baltic Sea Region – Baltic 21E”. Tämä oli ensimmäinen alueellinen toimintaohjelma, ja sen tavoitteena on toteuttaa alueellisesti Agenda21-toimintaohjelmaa sekä Johannesburgin toimintaohjelmaa. Koska Baltic 21E oli hyvin yleisellä tasolla kirjoitettu, päädyttiin Suomessa tekemään oma Kansallisen kestävän kehityksen koulutuksen käynnistymissuunnitelma samana vuonna, ja vielä vuonna 2006 luotiin samaan aiheeseen liittyvä strategia, joka sisältää yksitoista kestävään kehitykseen liittyvää linjausta. [5]

### 2.3 Mitä on kestävä kehitys?

Kestävä kehitys määritellään Brundtland-raportissa ”Yhteinen tulevaisuutemme” suomeksi niin, että se on kehitystä, joka tyydyttää nykyhetken tarpeet kuitenkin viemättä tulevilta sukupolvilta mahdollisuutta omien tarpeidensa tyydyttämiseen [1]. Tämä määritelmä on yksi parhaiten tunnetuista, ja onkin myös Suomessa vaikuttanut käsitteen tulkinnan muovautumiseen. Kaksi muuta Suomessa merkittävää tulkinnan muovautumiseen vaikuttanutta vaihetta on ollut Suomen kestävän kehityksen toimikunnan laatima muistio sekä Maailman pankin pääjohtaja Serageldin tulkinta, jonka mukaan kestävä kehitys on sitä, että tuleville sukupolville jätetään enemmän, tai ainakin yhtä paljon, mahdollisuuksia kuin meillä on ollut. [3]

Usein kestävän kehityksen sisällöksi mielletään helposti vain ympäristöön liittyvät asiat: jätteiden kierrättäminen, hiilijalanjälki, säästeliäs elämäntapa ja niin edelleen. Kestävällä kehityksellä on kuitenkin ekologisen kestävyuden lisäksi myös kaksi muuta ulottuvuutta - taloudellinen kestävyys sekä sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys [3].





Kuva 1. Kestävän kehityksen ulottuvuudet

Ekologinen kestävyys pitää sisällään luontoon liittyvät asiat kuten luonnon monimuotoisuus sekä ekosysteemien toimivuus. Tämän lisäksi se pitää sisällään sen, että ihmisen kaikki toiminta, niin taloudellinen kuin aineellinen, pitää järjestää niin, että se pitkällä aikavälillä on harmoniassa luonnon sietokyvyn kanssa. Kansallisen toiminnan lisäksi tässä ulottuvuudessa korostuu myös kansainvälinen yhteistyö. [3] Ekologisen kestävyiden suurimpia haasteita on vielä nykyäänkin ilmastonmuutos, biodiversiteetin turvaaminen sekä luonnonvarojen kestävä käyttö [1].

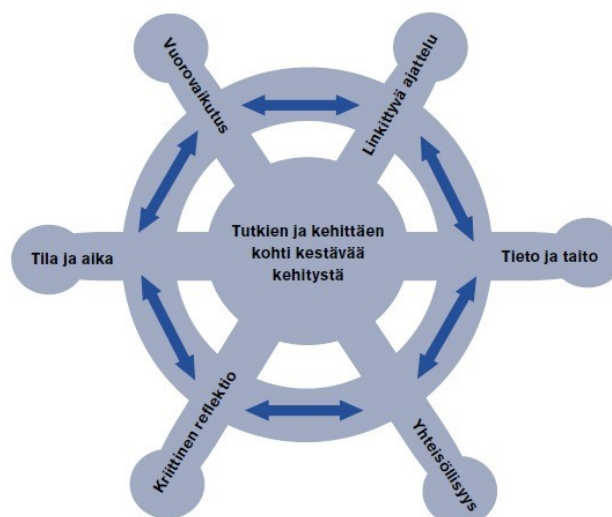
Taloudellinen kestävyys tarkoittaa sellaista talouden kasvua, joka ei tapahdu luonnon kustannuksella, ja joka ei perustu velkaantumiseen. Talouden tulee kaikella tapaa olla tasapainossa, jolloin pystytään turvaamaan sekä jopa myös lisäämään ihmisten hyvinvointia. Kun talous on tasapainossa, voidaan paremmin reagoida eteen tuleviin haasteisiin, minkä seurauksena kestävä talous onkin perusta sosiaaliselle kestävyydelle. [3] Hyvä esimerkki kestävästä taloudesta on se, että tuotteen tai palvelun hintaan sisältyy sen koko elinkaari ympäristö- ja terveysvaikutuksineen. Taloudelliseen kestävyyteen liittyy erilaisia mittareita, esimerkiksi ekotehokkuus, ekologinen jalanjälki sekä ekologinen selkäreppu. [1]

Sosiaalisen ja kulttuurisen kestävyiden pääteemana on luoda edellytykset sille, että mahdollisuudet hyvinvointiin siirtyvät sukupolvelta toiselle. Tämän ulottuvuuden haasteina maailmanlaajuisesti on edelleen köyhyys, väestönkasvu, ruoka- ja terveydenhuollon sekä koulutuksen järjestäminen ja sukupuolten välinen tasa-arvo. Nämä haasteet vaikuttavat myös muihin kestävä kehityksen ulottuvuuksiin, eikä näihin haasteisiin ole globaalia ratkaisua, sillä eri maiden lähtökohdat ovat hyvin erilaiset. Esimerkiksi Suomessa ja muissa hyvinvointivaltioissa tavoitteiden tuleekin olla erilaiset

kuin köyhemmissä maissa. Sosiaalisten näkökulmien lisäksi ulottuvuus pitää sisällään kulttuurisen kestävyuden, mikä näkyy siten, että vahvistetaan eri kulttuurien elinvoimaisuutta sekä kulttuuristen ryhmien identiteettiä. Hyvä toimi näiden tavoitteiden edistämiseksi on esimerkiksi alueellisten ominaispiirteiden vaaliminen. [1, 3]

Koska kestäväällä kehityksellä on olemassa kolme ulottuvuutta, on mielekästä miettiä, voidaanko kaikkia kolmea kehittää samanaikaisesti niin, että tulos olisi tasapainossa. Jo kolme muuttujaa luovat monimutkaisen kokonaisuuden ja moninaisia riippuvuussuhteita. Esimerkiksi valtioiden menestys mitataan usein taloudellisilla mittareilla, mutta samaan aikaan taloudellinen kehitys ei aina edistä ympäristön suojelua eikä sosiaalista ja kulttuurista kehitystä. Tämä voidaan havaita esimerkiksi siinä, että vaikka yritys menestyy taloudellisesti, sen työntekijöillä voi olla huonot työolosuhteet. Samaan aikaan yrityksen toiminta voi myös vahingoittaa ympäristöä esimerkiksi liiallisella luonnonvarojen käyttämisellä. Asioita tulisi tarkastella hieman laajemmasta perspektiivistä erityisesti ajan suhteen, sillä jokin toiminta voi näyttää eriltä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Erityisesti luonnonvarojen käyttämisessä tulisi osata katsoa pitkälle tulevaisuuteen, jotta nähdään, onko toiminta kestävä. [6]

Kestävän kehityksen opettamiselle on olemassa myös pedagoginen malli, jota voidaan kuvata alla olevan kuvan 2 avulla. Tämä malli on kehitetty erityisesti ammattikorkeakouluihin, mutta sitä voidaan hyödyntää myös muilla koulutusasteilla. [7]



Kuva 2. Kestävän kehityksen pedagoginen malli. [7]

Tutkimusten mukaan paras lähestymistapa kestävän kehityksen opettamiseen on tutkiva ja kehittävä oppiminen, jonka avulla oppilaalla on mahdollisuus saada laajat perustiedot ja -taidot kestävästä kehityksestä. Tutkivassa ja kehittävässä oppimisessa sovelletaan näkökulmia, jotka näkyvät kuvassa uloimmalla kehällä. Nämä näkökulmat ovat tieto ja taito, yhteisöllisyys, kriittinen reflektio, tila ja aika, vuorovaikutus sekä linkittyvä ajattelu. [7]

Tieto ja taito linkittyvät toisiinsa vahvasti. Sen lisäksi, että oppilas tietää asioita kestävästä kehityksestä, on tärkeää, että hänellä on taitoja soveltaa tietojaan käytännössä. Yhteisöllisyys, vuorovaikutus, kriittinen reflektio sekä linkittyvä ajattelu ovat näkökulmia, joiden avulla tuetaan tietojen ja taitojen kehittymistä. Tila ja aika näkökulmana avaa oppilaiden käsityksiä siitä, että tulevaisuuden lisäksi on olemassa myös historia. Monesti kestävän kehityksen keskusteluissa puhutaan tulevaisuudesta, mutta tulevaisuusajattelu on haluttu korvata tässä mallissa laajemmin ajan käsitteenä. Tilan käsite taas ottaa huomioon sen, että kestävä kehitys voidaan käsitellä hyvin pienestä alueellisesta perspektiivistä aina globaaliin ulottuvuuteen asti. [7]

## 2.4 Kestävä kehitys perusopetuksen opetussuunnitelmassa

Tämä tutkielma käsittelee erityisesti opetussuunnitelman fysiikan osiota. Opetussuunnitelmasta jätetään kokonaan tarkastelematta paikallisia opetussuunnitelmia koskevat asiat, alakoulun osio sekä yläkoulun osiosta muut oppiaineet kuin fysiikka. Aluksi tarkastellaan lyhyesti, mitä opetussuunnitelman yleisessä osiossa, etenkin arvoperustassa, puhutaan kestävästä kehityksestä. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan yläkoulun osion yleistä osaa ja fysiikan oppiainekohtaista osiota.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa on arvoperustassa väliotsikko ”Kestävän elämäntavan välttämättömyys” eli koko opetussuunnitelma osaltaan perustuu kestävän elämäntavan turvaamiseen. Tässä arvoperustan kohdassa kerrotaan, kuinka ekosysteemien elinvoimaisuus on asia, josta ihminen on täysin riippuvainen. Yksi perusopetuksen tehtävistä onkin saada oppilas omaksuma kestävä elämäntapa. Opetussuunnitelman perusteissa esitellään kaikki kestävän kehityksen ulottuvuudet: ekologinen, taloudellinen sekä sosiaalinen ja kulttuurinen. Fysiikkaan liittyy olennaisesti kohta, jossa puhutaan elämäntavasta, joka vaalii ekosysteemien monimuotoisuutta ja uusiutumiskykyä. Samassa yhteydessä puhutaan luonnonvarojen kestävästä

käytöstä, ilmastonmuutoksen vakavuudesta sekä pyrkimyksestä toimia kestävästi. Seuraavaksi siirrytään puhumaan teknologiasta ja siitä, kuinka teknologian pitäisi mennä suuntaan, jossa se mahdollistaa ihmisten ja luonnon tulevaisuuden. Pohdinnan aiheeksi perusopetuksessa annetaan ristiriidat kulutus- ja tuotantotavoissa kestävä tulevaisuuden näkökulmasta, minkä lisäksi puhutaan elämäntavan korjaavien ratkaisujen etsimisestä ja toteuttamisesta. Vielä viimeisenä tässä arvoperustan kohdassa puhutaan sukupolvien yli vaikuttavasta globaalista vastuusta. [8]

Opetussuunnitelman laaja-alainen osaamiskokonaisuus ”Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen” pitää jo otsikkotasolla sisällään kestävä kehityksen. Kokonaisuudessa oppilaita kannustetaan siihen, että he pohtivat ideoitaan muun muassa kestävä elämäntavan näkökulmasta: on tärkeää osata ymmärtää valintojen merkitys myös luonnon näkökulmasta. [8]

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden yläkoulun osiossa kestävä kehitys nousee ensimmäistä kertaa esille, kun puhutaan laaja-alaisesta osaamisesta. Kestävä kehityksen lisäksi käytetään termiä ”Kestävä elämäntapa”, joka liittyy läheisesti samaan teemaan. Opetussuunnitelmassa todetaan, että vuosiluokilla 7-9 kestävä elämäntavan ja hyvinvoinnin perustaa, jota alakoulun puolella on lähdetty jo rakentamaan, vankennetaan entisestään. Myös kaikki kestävä kehityksen ulottuvuudet: taloudellinen, sosiaalinen ja kulttuurinen sekä ekologinen ulottuvuus, on nostettu pohdittavaksi. [8]

Yläkoulun puolella on seitsemän laaja-alaisen osaamisen tavoitetta, joista neljään liittyy suoraan kestävä kehitys tai kestävä elämäntapa. Tavoitteessa ”Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu” pyritään tukemaan oppilaiden kulttuuri-identiteetin muodostumista sekä kulttuurisesti kestävä elämäntapaa. Tämä liittyy suoraan kestävä kehityksen sosiaaliseen ja kulttuuriseen ulottuvuuteen. Tavoite ”Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot” ohjaa oppilaita miettimään valintojaan niin liikenteessä kuin kulutustottumusten osalta. Oppilaiden tavoitteena on oppia peruskoulussa tarkastelemaan valintojaan ja elämäntapojaan kestävä elämäntavan mukaisella tavalla. [8]

Tavoite ”Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen” pitää sisällään kestävä kehityksen niin, että oppilaille opetetaan eettisesti kestävä tiet- ja viestintäteknologian käyttöä. Viimeinen tavoite ”Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävä tulevaisuuden rakentaminen” käsittelee laajasti kestävä kehitystä. Sen sisältö voidaan kiteyttää niin, että yläkoulun jälkeen oppilas osaa arvioida

henkilökohtaisen tason lisäksi myös yhteisön ja yhteiskunnan tasolla toimintatapoja kestävän kehityksen näkökulmasta. Oppilaiden tulisi ymmärtää kestävän elämäntavan käsite ja osata toteuttaa kestävä elämäntapaa omassa elämässään. [8]

Koska tämä tutkimus koskee vain kestävän kehityksen toteutumista fysiikan oppiaineessa, siirrytään seuraavaksi opetussuunnitelmassa fysiikan oppiainekohtaiseen tekstiin, jossa jo heti alussa korostetaan, että opetuksessa tulee ottaa esille fysiikan merkitys kestävälle tulevaisuudelle. Esimerkkeinä tästä toimivat uudet teknologiset ratkaisut sekä ihmisten ja ympäristön hyvinvoinnin turvaaminen. Fysiikan opetuksen tulee ohjata oppilasta myös siihen, että hän ottaa vastuuta ympäristöstään. [8]

Fysiikan opetuksen tavoitteet jaetaan kolmeen teemaan: ”Merkitys, arvot ja asenteet”, ”Tutkimisen taidot” sekä ”Fysiikan tiedot ja niiden käyttäminen”. Ensimmäiseen teemaan liittyen, fysiikan opetuksen tavoitteena on saada oppilas käyttämään fysiikan osaamista kestävän tulevaisuuden rakentamiseen sekä ohjata oppilas arvioimaan valintojaan niin, että energiavaroja käytetään kestävästi. Tavoitteiden saavuttamiseksi on opetukseen valittu keskeisiä sisältöalueita. Sisältöalueessa ”Fysiikka yhteiskunnassa” kestävä kehitys tulee suoraan ilmi, sillä siinä puhutaan muun muassa energiavarojen kestävästä käytöstä. Kyseiseen sisältöalueeseen kuuluu myös yhteiskunnan toimimisen ja kehittymisen näkökulma. [8] Kestävän kehityksen näkökulmasta energiavarojen kestävä käyttö korostuu fysiikassa.

Kestävä kehitys on yksi osa fysiikan päättöarviointia, sillä siihen sisältyy oppilaan tietojen ja taitojen arviointi kestävästä kehityksestä fysiikan kannalta. Arvosanan kahdeksan saadakseen oppilaan tulee tietää, kuinka fysiikkaa tarvitaan kestävän tulevaisuuden rakentamisessa. Myös tässä kohtaa energiavarat korostuvat, sillä arvosanaan kahdeksan vaaditaan myös, että energiavarojen kestävä käyttöön liittyvät valinnat ovat oppilaalla hallussa. [8]

Vaikka laaja-alaisen osaamisen tavoitteet kulkevat koko ajan taustalla, fysiikan oppiainekohtaisen osion perusteella voidaan ennustaa, että fysiikan oppikirjoissa kestävä kehitys näkyy eniten energia-asioista puhuttaessa. Myös fysiikan ilmiöt sekä teknologiset sovellukset liittyvät kestäväan kehitykseen, kun puhutaan kestävän tulevaisuuden rakentamisesta. Fysiikan ilmiöistä puhuttaessa olisikin hyvä kertoa, missä kyseistä ilmiötä voidaan hyödyntää ja miten sen avulla voidaan edistää kestävä kehitystä. Fysiikka oppiaineena on luonnoltaan sellainen, että kestävän kehityksen

ulottuvuuksista korostuu eniten ekologinen sekä sosiaalinen kestävyys, ja sen takia tässä tutkimuksessa keskitytään eniten kyseisiin ulottuvuuksiin ja niiden näkymiseen oppikirjoissa.

Täytyy myös muistaa, että valtakunnallisen opetussuunnitelman lisäksi tehdään kaupunki- ja koulukohtaisia opetussuunnitelmia, mutta tässä tutkimuksessa niiden läpikäynti ei ole mielekästä. On myös tutkittu, että oppikirjat ovat merkittävässä asemassa koulukohtaisten opetussuunnitelmien laadinnassa [9], mikä tukee ajatusta siitä, että oppikirjojen tarkastelu pelkän valtakunnallisen opetussuunnitelman pohjalta on riittävää.

## 2.5 Oppikirjojen merkitys perusopetuksessa?

Opetussuunnitelmat ovat ainoat opettajia velvoittavat asiakirjat. Oppikirjat ja muut oppimateriaalit ovat vain apuvälineitä opetussuunnitelmien toteuttamiseen. Käytännön työssä kuitenkin opetussuunnitelma jää helposti taka-alalle ja oppikirja on se materiaali, jota noudatetaan tuntien suunnittelussa ja toteuttamisessa. Siksi onkin mielenkiintoista tietää, mikä on opettajien näkemys opetussuunnitelman ja oppikirjojen suhteesta toisiinsa. Jos opetussuunnitelmaan kirjataan jotain, takaako se oppilaiden tasa-arvoisen aseman kyseisten asioiden oppimisessa, vai pitäisikö opetussuunnitelmien sisällön sijasta alkaa tarkemmin säätelemään oppikirjojen sisältöä?

J.-P. Heinosen väitöskirja [9] tutkii peruskoulun opettajien käsityksiä siitä, mikä merkitys opetussuunnitelmilla ja oppimateriaaleilla on opetuksessa. Heinosen väitöstutkimus on vuodelta 2005 eli se on lähes viisitoista vuotta vanha, mutta voidaan ajatella, etteivät käsitykset ole muuttuneet merkittävästi tässä ajassa ja tutkimus on edelleen käyttökelpoinen tämän tutkielman näkökulmasta.

Heinosen tutkimuksen pääteema koskee koulukohtaisia opetussuunnitelmia ja sitä, mikä on opetussuunnitelmien perusteiden sekä oppimateriaalin vaikutus niihin. Lisäksi Heinonen tutkii väitöksessään sitä, miten opettajat kokevat opetussuunnitelmien perusteiden sekä oppimateriaalien roolin koulukohtaisten opetussuunnitelmien teossa. Heinonen kertoo, että hänen tarkoituksensa on ollut selvittää, mikä on oppimateriaalien merkitys opetuksessa. Heinosella on tutkimuksessaan paljon eri tutkimusongelmia. Tämän tutkielman kannalta kiinnostavin tutkimusongelma etsii vastausta siihen, mikä on opettajien käsitys oppimateriaalien asemasta opetuksessa. [9]

Heinosen tutkimuksen otos muodostuu 157:stä luokan- ja aineenopettajasta, joista 75 opettaa yläasteella ja näistä 16 kappaletta on matemaattisten aineiden opettajia. Kyselyyn vastanneista opettajista suurimmalla osalla on kokemusta opettamisesta 5-15 vuotta ja vain kolmetoista henkilöä on opettanut alle kymmenen vuotta. Selkeästi suurin osa myös opettaa suuressa koulussa, jossa oppilaita on yli 150. Kysely lähetettiin koko Suomen kouluihin, joten myös maantieteellisellä tasolla koko opettajakunta on tutkimuksessa hyvin edustettuna. Myös eri sukupuolet ovat edustettuna tutkimuksessa, vaikkakin naisten osuus vastaajista on 67%. Kyselylomakkeeseen vastanneista opettajista (157 kappaletta) haastatteluihin valittiin vielä 23 opettajaa, joista neljä oli matemaattisten aineiden aineenopettajia. [9]

Heinosen tutkimuksessa käsitykset oppimateriaalin asemasta jaettiin kahteen kategoriaan. Kategoriassa A opetuksen eteneminen tapahtuu oppikirjojen mukaan ja kategoriassa B opetussuunnitelmat ovat opetusta ohjaavassa roolissa. Tutkimuksessa paljastui, että aineenopettajista kahdeksan etenee oppikirjan mukaan ja kolme opetussuunnitelman mukaisesti: suurin osa luottaa siis oppikirjoihin opetuksen perustana. Kaikki matemaattisten aineiden aineenopettajat kuuluivat kategoriaan A. Tutkimuksessa kävi ilmi myös se, että oppikirjaan nojaututaan eniten matematiikan opetuksessa, kun taas fysiikan ja kemian opetuksessa oppikirjalla ei ole niin suurta roolia, vaikka näissäkkin aineissa edetään melko pitkälti oppikirjan etenemisjärjestyksessä. [9]

Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että matemaattisten aineiden opettajat tukeutuvat melko vahvasti oppikirjoihin. Tutkimuksen perusteella opettajia jaettiin neljään eri luokkaan. Kolme matemaattisten aineiden opettajaa kuului luokkaan, jossa tukeudutaan oppimateriaaleihin, ja opetuksen lisäksi myös opetussuunnitelmat oli laadittu oppimateriaalien eikä opetussuunnitelmien perusteiden pohjalta. Luokkiin ”yksilölliset uudistajat” sekä ”opetussuunnitelmalliset uudistajat” ei kuulunut yhtään matemaattisten aineiden aineenopettajaa, minkä lisäksi luokkaan ”tavoitetietoinen uudistaja” päätyi vain yksi matemaattisten aineiden opettaja. [9]

Tutkimuksessa ei saatu yksiselitteistä vastausta siihen, ovatko opetussuunnitelmat opettajien käsityksen mukaan sama asia kuin oppikirjat. Siitä huolimatta tutkimuksessa saatiin tulos, että oppikirjoilla on tärkeä rooli, kun laaditaan koulukohtaisia opetussuunnitelmia. Joskus koulukohtaiset opetussuunnitelmat laaditaan kokonaan oppikirjojen pohjalta, joskus oppimateriaalia käytetään vain apuna, ja joissain tapauksissa opetussuunnitelman laatimisessa ei käytetä oppimateriaaleja ollenkaan apuna. [9]

Tutkimuksen anti oli, että oppimateriaalien hyödyntäminen opetuksessa on hyvin eri asteista. Joskus oppikirjoja noudatetaan orjallisesti, ja joskus oppimateriaali on täysin opettajan itsensä laatimaa. Tulee muistaa, että oppimateriaalit ja oppikirjat eivät ole huono asia. Vaikka opetus pitkälti tukeutuisikin oppikirjaan, ei se tarkoita sitä, että se olisi ainoa opetuksessa käytettävä aineisto. Yli puolet tutkimukseen osallistuneista oli sitä mieltä, että oppimateriaalit olivat osaltaan vaikuttaneet siihen, että he olivat innostuneet kokeilemaan uusia oppilaskeskeisiä opetusmenetelmiä. Oppimateriaalien tehtävä onkin tukea opetusta, ei ohjata sitä. [9]

Tutkimustuloksista voidaan vetää johtopäätöksiä myös oppimateriaalien tulevaisuuteen liittyen. Oppimateriaalien tehtävä on tuottaa sisältöjä opetusta ja oppimista varten. Oleellista ei olekaan, missä muodossa oppimateriaali on, vaan se, että sisältö on tarkoituksenmukaista. Esimerkiksi oppimateriaalin rakenteen tulee olla looginen sekä asiasisällön oikein ja oikean tasoista kohderyhmä huomioiden. Tärkeää on myös, että tekstin tukena on niin kuvia kuin tehtäviäkin. Tutkimuksessa ennustetaan, että sähköiset oppimateriaalit tulevat entisestään korostumaan joidenkin oppiaineiden opetuksessa. [9] Näinhän on jo käynyt esimerkiksi fysiikan kohdalla. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että perinteinen oppikirja ja sähköiset materiaalit ovat toisensa poissulkevia, vaan nykyään oppimateriaalit ovat vain entistä moninaisempia ja mahdollisuudet oppimisen ja opettamisen tukemiseen ovat laajemmat.

### 3. Kestävä kehitys fysiikan oppikirjoissa

Tarkastellaan seuraavaksi, miten uuden opetussuunnitelman mukaiset oppikirjat toteuttavat opetussuunnitelman kirjauksia kestävään kehitykseen liittyen. Tällaisia yläkoulun fysiikan oppikirjoja löytyi kolme kappaletta: Ilmiö 7-9 Fysiikka, Titaani Fysiikka 7-9 sekä FyKe Fysiikka 7-9. Tässä tutkimuksessa keskitytään vain tekstikirjoihin, ja kirjasarjaan liittyvät tutkimus- tai tehtäväkirjat jätetään tutkimuksen ulkopuolelle.



### 3.1 Ilmiö 7-9 Fysiikka

Ilmiö 7-9 Fysiikka on Sanoma Pro Oy:n kustantama oppikirja peruskoulun luokille 7-9. Tässä tutkimuksessa käytetään lähteenä vuonna 2016 julkaistua kahdeksatta painosta. Jatkossa tästä oppikirjasta käytetään nimeä Ilmiö. [18]

Kirjassa on yhteensä seitsemän aihekokonaisuutta: fysiikka maailmankuvan rakentajana; fysiikka ympärillämme; lämpö, energia ja yhteiskunta; vuorovaikutus, liike ja voima; liike, energia ja mekaaninen työ; sähkö sekä sähköntuotanto. Jokainen aihekokonaisuus sisältää 5-7 lukua, jotka alkavat aiheeseen liittyvillä kuvilla, johdattelukysymyksillä sekä tärkeiden käsitteiden listauksella. Jokaisen luvun alussa on myös ”Tutki” tai ”Mittaa ja tutki” -sivu, jossa on aiheeseen liittyviä tutkimustehtäviä. [18]

Lukujen tekstiosiot sisältävät paljon kuvia, minkä lisäksi tärkeät käsitteet on kerätty erillisiin laatikoihin niiden korostamiseksi. Joistakin luvuista löytyy myös esimerkkejä, ja suurimmassa osassa luvuista on luvun lopussa aiheeseen liittyviä tehtäviä. Näiden lukukohtaisten tehtävien lisäksi kirjasta löytyy muutaman luvun välein ”Testaa, oletko oppinut” -sivu, joka sisältää monivalintakysymyksiä. Jokaisen aihekokonaisuuden lopusta löytyy myös kertaustehtäviä. Lisäksi kirjassa on myös yhteenveto-sivuja, joihin on koottu tärkeimpiä asioita joko lukukohtaisesti tai isomman aihekokonaisuuden osalta. Kirjan viimeisiltä sivuilta löytyy vielä liitteenä SI-järjestelmään liittyen taulukot perussuureista, johdannaissuureista sekä yksiköiden etuliitteistä ja kertoimista. Lisäksi loppuun on koottu käsitteihakemisto. [18]

Ilmiössä lähdetään liikkeelle aihekokonaisuudesta ”Fysiikka maailmankuvan rakentajana”. Oppikirjan kahdessa ensimmäisessä luvussa käsitellään maailmankaikkeutta ja aurinkokuntaa eli maailmaa suuressa mittakaavassa, minkä jälkeen kolmannessa luvussa mennään aineen rakeenteen kohdalla hyvin pieneen mittakaavaan. Kahdessa ensimmäisessä luvussa kestävä kehitys ei nouse sellaisenaan esiin, mutta sekä ensimmäisessä että toisessa luvussa puhutaan fuusiosta ja siitä, kuinka tähtien ja Auringon energia on peräisin fuusioreaktiosta. Lisäksi tekstissä kerrotaan ilmakehän suojaavan Maata ja mahdollistavan elämän maapallolla, jolloin myöhemmin kasvihuoneilmiön voimistumisesta puhuttaessa oppilaalla on jo tietoa, mikä on ilmakehän rooli. [18]

Aihekokonaisuuden kolmanteen lukuun kestäväan kehitykseen liittyvää asiaa on ujutettu kuvatekstiin, jossa puhutaan radioaktiivisten isotooppien käyttämisestä merkkiaineena. Merkkiaineen avulla voidaan tutkia esimerkiksi ravinteiden kulkeutumista kasviin, jolloin esillä on fysiikan hyödyntäminen yhteiskunnan kannalta. [18]

Luku "Fysiikka tieteenä" ei sekään suoranaisesti sisällä asioita kestävästä kehityksestä, mutta siinä puhutaan fysiikasta tieteenä ja nostetaan esille muun muassa röntgenkuvaus, ultraäänikuvaus sekä robotit. Luvussa puhutaan myös muista fysiikan sovelluksista, esimerkiksi Auringon energian hyödyntämisestä aurinkopaneelin avulla sekä tuulen energian muuttamisesta sähköksi tuulivoimalassa. Tässä kohdassa asiat esitellään kuitenkin oppilaalle vain ilmiöinä eikä esimerkiksi ympäristöystävällisyyteen oteta kantaa. Luvun lopussa kerrotaan, että energiantuotanto, terveydenhuollon teknologia, liikkuminen ja tietoliikenne ovat aihepiirit, joihin liittyy tärkeimmät sovellutukset fysiikassa. [18]

Luvun "Fysiikka yhteiskunnassa ja omassa elämässä" johdattelussa on kuva vesivoimalasta sekä kysymys "Millä muilla tavoilla Suomessa tuotetaan sähköä kuin vesivoimalla?". Samalla sivulla on myös kuva veturista ja kysymys "Mitä käytettiin ensimmäisten veturien polttoaineena?". Kolmas kysymys liittyy radioaaltoihin ja elektroniikkaan ja siihen, kuinka toisenlaista elämä olisi, jos niitä ei osattaisi hyödyntää. Näissäkään ei suoraan tuoda esille kestäväa kehitystä, mutta kirjan tekijät ovat päättäneet johdatella lukijaa pohtimaan fysiikan merkitystä. Luvun "Tutki"-sivulla on myös kysymyksiä, jotka johdattelevat näkemään kuinka suuri merkitys fysiikalla on yhteiskunnassa ja sen kehityksessä. [18]

Luvun tekstiosasta löytyy myös asiaa fysiikan merkityksestä meille kaikille. Tekstissä ei ole kestäväan kehitykseen liittyvää asiaa ekologisesta näkökulmasta, mutta siinä tuodaan esille fysiikan merkitys kaikessa kehityksessä. Luvussa on kuvan ja kuvatekstin lisäksi myös leipätekstiä vesivoimaan liittyen eli kirjan tekijät kuljettavat koko ajan mukana uusiutuvia energialähteitä. Yhden kuvan kuvateksti "Fysiikan keksinnöt ovat lisänneet ihmiskunnan hyvinvointia ja parantaneet elintasoaa" liittyy osaltaan kestäväan kehitykseen. [18]

Luvussa "Fysiikka tutkii pientä ja suurta" puhutaan nanopartikkeleiden sovellutuksista. Tekstissä kerrotaan, että nanopartikkelit voivat tulevaisuudessa olla tärkeitä esimerkiksi silloin, kun tunnistetaan ja hoidetaan erilaisia sairauksia. Nämä asiat liittyvät selkeästi kestäväan kehityksen sosiaaliseen ja kulttuuriseen ulottuvuuteen. Luvussa tuodaan ilmi myös, että fysiikan avulla

keksitään koko ajan uutta. Esimerkkinä tuodaan esiin vuonna 2004 keksitty grafeeni, jonka kerrotaan olevan kestävin tunnettu aine. Luvun yhteenvetosivulla kerrotaan, että fysiikan tutkimukseen perustuvat teknologiset murrokset ovat vaikuttaneet yhteiskunnan kehittymiseen ja että olemme jokapäiväisessä elämässä koko ajan tekemisissä fysiikan keksintöjen kanssa. Yhteenvetosivulla on vielä kuvateksti nanokuiduista, jotka suojaavat ultraviolettisäteilyltä. [18]

Seuraava aihekokonaisuus on nimeltään ”Fysiikka ympärillämme”. Sen sisältöön kuuluvat värähdys- ja aaltoliike, ääni, säteily, valo sekä peilit ja linssit. Aihealueen ensimmäinen luku on johdattelua värähdys- ja aaltoliikkeeseen. Toisessa luvussa kestävä kehityksen aihetta sivutaan, kun puhutaan ultraäänen hyödyntämisestä lääketieteessä. Lisäksi kestävä kehityksen sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus nousee esille, kun aiheena on melu. [18]

Oppikirjan luku ”Säteily” sisältää johdannossa kysymykset ”Miksi ydinjätteet pitää sijoittaa turvalliseen paikkaan?” sekä ”Minkälaisia tutkimuksia tehdään röntgenkuvauksella?”. Ensimmäinen kysymys liittyy sekä jätteidenkäsittelyyn että turvallisuuteen (niin ihmisten kuin ympäristön). Toinen kysymys taas sisältää säteilyn hyödyntämisen lääketieteessä eli sosiaalisen ulottuvuuden kestävästä kehityksestä. Säteilystä puhuttaessa keskitytään säteilyn vaikutuksista ihmiseen sekä siihen, miten ihmiset voivat suojautua säteilyltä. Asiaa ei siis käsitellä kirjassa luonnon kannalta. Sosiaalinen näkökulma nousee esille vielä, kun luvussa kerrotaan gamma- ja röntgensäteilyn hyödyntämisestä lääketieteessä ja teollisuudessa sekä laservalon hyödyntämisestä silmäleikkauksissa. [18]

Valoa käsittelevässä luvussa mainitaan tekstissä erilaisia valonlähteitä, kuten loisteputket, halogeenilamput ja LED-valot. Tekstissä ei kuitenkaan oteta kantaa siihen, mikä näistä on ympäristöystävällisin vaihtoehto, vaikka tässä kohdassa olisi ollut helppoa ottaa mukaan myös kestävä kehityksen näkökulma. Luvun lopussa on tekstiä valokuidusta ja -kaapelista, joista jälkimmäistä kirjan mukaan hyödynnetään lääketieteessä. [18]

Aihekokonaisuus ”Lämpö, energia ja yhteiskunta” pitää sisällään asiaa kestäväan kehitykseen liittyen, sillä jo sen aloitussivulla mainitaan keskeisissä asioissa kasvihuoneilmiö. Lisäksi keskeisiin asioihin kuuluu energian tuottaminen. Heti aihekokonaisuuden ensimmäisessä luvussa puhutaan yhden lauseen verran energian säästämisestä. Se on ensimmäinen kirjasta löytyvä asia, joka liittyy kestävä kehityksen ekologiseen ulottuvuuteen. Luku ”Lämpö” on tutkimusaiheen näkökulmasta siinä mielessä tärkeä, että siinä oppilaille opetetaan energian käsite ja puhutaan esimerkiksi

energian muuntumisesta muodosta toiseen. Yhtenä esimerkkinä esitellään tuulivoimala, jossa tuulen liike-energia muuntuu sähköksi. [18]

Luvussa ”Energian tuotanto” on kestävään kehitykseen liittyviä asioita jo johdantosivulla, jossa nostetaan esille tärkeät käsitteet: uusiutuvat energialähteet, lämpöarvo sekä fossiiliset polttoaineet. Johdanto-sivulla on myös aiheeseen johdattelevia kysymyksiä kotitalon lämmitysratkaisuista, kouluun tulevan sähkön tuottamispaidoista ja voimalaitosten polttoaineista. Myös ”Tutki”-sivun yksi tehtävä liittyy uusiutuviin energialähteisiin ja fossiilisiin polttoaineisiin ja toisessa tehtävässä vertaillaan eri lämpövoimalaitosten hyötysuhteita ja lämpöarvoja. Sivun lopussa on vielä kaksi tehtävää, joista toisessa pitää perehtyä maalämpöön ja aurinkolämpöön ja toisessa kysytään, miten jätteitä hyödynnetään energiantuotannossa. [18]

Luvussa mainitaan ensimmäistä kertaa käsitteenä kestävä kehitys. Siinä lähdetään liikkeelle siitä, kuinka lähes kaikki tuotteet, toiminnot ja palvelut tarvitsevat energiaa. Varsinkin Suomen kaltaisissa teknistyneissä maissa energiantarve on suurta. Kestävä kehitys selitetään siten, että sen päämääränä on turvata hyvät elämisen mahdollisuudet nykyisille ja tuleville sukupolville. Luvun tekstissä sanotaan, että yksi suurimmista haasteista yhteiskunnallisessa kehityksessä on se, miten saadaan kestäväällä tavalla ratkaistua kasvava energiantarve. Tässä haasteessa yksi tärkeä tekijä on luonnonvarojen riittävyys. [18]

Luvussa kerrotaan, että Aurinko on tärkein energianlähde, johon lähes kaikki muut tunnetut energialähteet pohjautuvat. Tämän jälkeen tehdään energialähteiden jako uusiutuviin ja uusiutumattomiin. Uusiutuviin energialähteisiin kuuluu kirjan mukaan Auringon säteily, tuuli, vesi, biomassa, maalämpö sekä geoterminen energia. Turpeen kerrotaan olevan hitaasti uusiutuva. Uusiutumattomia energialähteitä kirjan mukaan ovat fossiiliset polttoaineet (maaöljy, kivihiili ja maakaasu) sekä uraani. Tässä yhteydessä kirjassa ei oteta kantaa siihen, mitkä energialähteet ovat kestäviä ratkaisuja. Lämpöarvoista puhuttaessa todetaan sen verran, että vaikka kivihiilellä on suuri lämpöarvo, niin sen poltossa ilmakehään vapautuu päästöjä. Tämän takia koko ajan yritetään keksiä entistä puhtaampia tapoja hiilen polttamiseen. Lisäksi luvussa puhutaan myös lämmöntuotannon hyötysuhteesta, josta esimerkkinä annetaan kivihiilivoimalan hyötysuhde, joka on noin 40%. [18]

Tekstikappaleessa ”Uusia energian tuotantomuotoja” tuodaan esille kestäväen kehityksen näkökulmaa. Siinä sanotaan, kuinka energiantuotantoa pitää olla riittävästi, sen pitää olla hinnaltaan kohtuullista, mutta myös, että energiantuotannon pitäisi tapahtua ympäristöä säästären.

Kyseisessä kappaleessa puhutaan lisäksi siitä, että Auringon ja tuulen energiaa pyritään hyödyntämään entistä tehokkaammin. Suurimmat toiveet liittyvät siihen, että fuusioenergiaa voitaisiin hyödyntää tulevaisuudessa. Yhdessä kuvatekstissä nostetaan energian säästäminen esille ilmalämpöpumpun yhteydessä. [18]

Tämän aihekokonaisuuden viimeinen luku on otsikoltaan ”Energia ja ympäristö”. Luvun johdatussivulla on jo paljon tärkeitä käsitteitä kestäväan kehitykseen liittyen: kasvihuoneilmiö, kasvihuonekaasut, ilmastonmuutos sekä energian säästö. Käsitteiden lisäksi yhdessä johdatussivun kysymyksessä kysytään, mitä autojen pakokaasut sisältävät. Luvun ”Tutki”-sivun tehtävistä kaikki liittyvät kestäväan kehitykseen. Siinä on tehtäviä liittyen seuraaviin aiheisiin: voimalaitosten ympäristövaikutukset, voimalaitosjätteen sijoittaminen, liikenteen päästöt, kasvihuoneilmiö, ilmastonmuutos sekä energian säästäminen. [18]

Luvun tekstiosassa puhutaan aluksi voimalaitoksista, ja erityisesti niiden haittavaikutuksista ympäristön kannalta. Tässä kohdassa ilmastonmuutoksen ja luonnonvarojen riittävyyden lisäksi uusina asioina nostetaan esille ympäristön happamoituminen sekä luonnon monimuotoisuuden väheneminen. Nyt kirjassa mainitaan toisen kerran kestävä kehitys: energiantuotannon turvaamiseksi kestäväan kehitykseen kuuluu se, että luonnon sietokyky ei ylitä päästöissä ja muissa haittavaikutuksissa. Myös tekstin vieressä olevassa kuvatekstissä kerrotaan energiantuotannon vaikuttavan ympäristöön monella eri tavalla. Tekstissä käsitellään seuraavaksi liikennettä, siitä syntyviä ilmanlaatua huonontavia päästöjä sekä sitä, miten liikenteen energiankulutusta yritetään vähentää. Näitä keinoja kirjan mukaan ovat muun muassa ympäristöystävällisten polttoaineiden kehittäminen sekä siirtyminen enenevissä määrin sähköautoihin. Luvussa kehoitetaan myös suosimaan joukkoliikennettä sen ollessa ympäristöystävällinen vaihtoehto. Luvun seuraava aihe on voimalaitosjäte. Kirjan mukaan voimalaitosjäte tulee varastoida siten, ettei siitä aiheudu haittaa ympäristölle. [18]

Luvun seuraava kappale käsittelee kasvihuoneilmiötä. Kasvihuoneilmiö itsessään ei ole vaarallinen: sen ansiosta Maapallolla voidaan elää. Seuraavaksi siirrytään siihen, miksi kasvihuoneilmiö tai paremmin sanottuna sen voimistuminen on huono asia. Seuraava luvussa käsiteltävä aihe onkin siis ilmastonmuutos, jonka kerrotaan olevan ihmisten toiminnasta johtuva ilmiö. Sen seurauksena ilmakehässä olevien kasvihuonekaasujen määrä lisääntyy, jolloin ilmasto lämpenee. Seurauksena tästä ovat muun muassa napajäätiköiden sulaminen ja sitä kautta meren pinnan nousu. Tässä kohtaa otetaan kantaa fossiilisten polttoaineiden rooliin ilmastonmuutoksen kannalta: fossiilisten

polttoaineiden käyttö on suurin syy kasvihuonekaasujen lisääntymiseen. Kirjassa kerrotaan myös, mitä ilmastonmuutos tarkoittaa ennusteiden perusteella Suomessa. Tekstissä nostetaan esille jokaisen henkilökohtainen vastuu. Jokainen meistä voi omilla valinnoillaan vaikuttaa, esimerkkeinä energian säästäminen ja pyörällä tai kävellen liikkuminen. Tekstissä kerrotaan, että ilmastonmuutos vaikuttaa ihmisten lisäksi myös kasveihin ja eläimiin sekä niiden ekosysteemeihin. Sivun kuvien kuvatestit liittyvät myös kestävään kehitykseen: yhdessä kuvatekstissä käsketään ottamaan selvää, miten naudat ja niiden liha liittyvät kasvihuoneilmiöön. Toisessa kuvatekstissä kerrotaan jäätiköiden sulamisesta ja sen vaikutuksesta merenpinnan kohoamiseen. [18]

Luvun seuraava aihe on energian säästäminen ja kuvateksteissä havainnollistetaan hyvin omien valintojen merkitystä. Kirjassa kerrotaan, että välittömän energiankulutuksen lisäksi on olemassa myös välillistä energiankulutusta. Tuotteiden ostaminen tai ostamatta jättäminen on myös henkilökohtainen valinta, jolla voi itse vaikuttaa kestävänsä tulevaisuuden rakentamiseen. On tärkeää muistaa, että myös välillisellä energiankulutuksella on vaikutusta. Energian säästämisen yhteydessä herätelläänkin lukijaa miettimään kuluttamistaan rahan lisäksi myös ympäristön kannalta. Uusia tuotteita ostaessa on tärkeää perehtyä sen ympäristövaikutuksiin, esimerkiksi energiankulutukseen. Myös veden kulutukseen otetaan kantaa yhdessä kuvatekstissä. [18]

Aihekokonaisuuden lopussa ”Testaa, oletko oppinut”-sivulla on monivalintatehtäviä muun muassa voimalaitosjätteestä, kasvihuoneilmiöstä sekä ilmastonmuutoksesta. Viimeinen väite nostaa esille vielä ihmisen henkilökohtaisten valintojen merkityksen. Kertaustehtävistä yksi liittyy uusiutuviin energialähteisiin ja toinen kasvihuoneilmiöön sekä ilmastonmuutokseen. [18]

Seuraava aihekokonaisuus on ”Vuorovaikutus, liike ja voima”, jonka ensimmäisenä aiheena on tasainen liike. Luvun kuvatekstissä kerrotaan, kuinka junalla, bussilla ja metrolla matkustaminen kuluttaa vähemmän energiaa verrattuna yksityisautoiluun. Toinenkin kuvateksti liittyy kestävänsä kehitykseen. Siinä mainitaan, että pyöräilystä ei synny päästöjä, joten se on ympäristöystävällinen tapa liikkua. Luvun leipätekstissä ei ole kestävänsä kehitykseen liittyvää asiaa, mutta yksi tehtävistä liittyy kestävänsä kehitykseen, sillä siinä pitää laskea henkilöauton hiilidioksidipäästöjen suuruus tietyllä matkalla. Aihekokonaisuuden muissa luvuissa ei ole mitään kestävänsä kehitykseen liittyen. [18]

Aihekokonaisuuden ”Liike, energia ja mekaaninen työ” ensimmäisessä luvussa yhtenä kuvatekstinä on ”Virtaavalla vedellä ja tuulella on energiaa”. Kyseessä on uusiutuvat energiamuodot, mutta tässä kohdassa asiaa ei käsitellä kestävä kehityksen kannalta. Leipätekstissä mainitaan tuuli- ja vesivoiman hyödyntäminen sähköntuotannossa. Veden ja tuulen liike-energian hyödyntämisestä on myös luvun lopussa yksi tehtävä. [18]

Toisessa luvussa puhutaan ensin työstä, mitä kautta päästään tehoon ja hyötysuhteeseen. Hyötysuhteesta kirjassa puhuttiin ensimmäisen kerran jo energian tuottamisesta puhuttaessa. Siinä kohdassa hyötysuhteen sanottiin olevan asia, joka kertoo, kuinka paljon energiaa saadaan hyötykäyttöön. Tässä kohtaa hyötysuhde liitetään koneeseen: se kertoo, kuinka suuri osa koneen ottamasta energiasta saadaan käytettyä haluttuun toimintoon. Teho taas kertoo, kuinka nopeasti energia saadaan muutettua haluttuun muotoon. Tekstissä on taulukoituna eri laitteiden hyötysuhteita. Taulukon alapuolella on vielä erikseen kuva hehkulampusta ja maininta, että hehkulampulla on todella alhainen hyötysuhde, vain noin 5%. Tästä oppilas voi päätellä, ettei hehkulamppu ole kovin hyvä valinta. Luvun tehtävistä yksi liittyy tuulimyllyihin ja aurinkopaneeleihin: siinä lasketaan, kuinka monta aurinkopaneelia tarvitaan korvaamaan yksi tuulimylly, kun niiden tehot tiedetään. Aihekokonaisuuden luvut 3-5 eivät sisällä mitään kestävä kehitykseen liittyvää. [18]

Seuraava aihekokonaisuus on ”Sähkö”, jonka johdatussivun keskeisissä käsitteissä nostetaan esille sähköteho ja energia. Keskeisiä käsitteitä ovat myös elektroniikka sekä sähköturvallisuus. Luvun ”Jännite” johdannossa kysytään akun ja pariston eroa. Lisäksi akun ja pariston käsitteet tulevat tutuksi myös luvun leipätekstissä. Kestävä kehitys tulee suoraan esille luvun lopussa, kun kuvatekstissä mainitaan paristojen olevan ongelmajätettä, minkä takia ne pitää kierrättää. Kierrätysteemainen on myös yksi luvun tehtävistä. Tehtävässä kysytään, mitä akuille ja paristoille pitää tehdä niiden käytöstä poistamisen jälkeen. [18]

Seuraavan kestävä kehityksen asiaa sisältävän luvun otsikko on ”Sähköteho ja energian hinta”. Jo luvun johdattelukysymykset ”Millaisia lamppeja käytetään kotisi valaisimissa?” ja ”Osaatko arvioida sähkölaitteiden käyttökustannuksia?” liittyvät läheisesti kestävä kehitykseen. Ne herättelevät pohtimaan henkilökohtaisia valintoja. Luvun ”Mittaa ja tutki”-sivulla on yhtenä tehtävänä tutkia energiankulutusmittarilla eri laitteiden energiankulutusta. Luvun tekstiosion alussa on kuvateksti siitä, että LEDit ovat yleisesti käytössä kotien valaisimissa. Niiden ympäristöystävällisyyteen ei kuitenkaan oteta kantaa tässä kohdassa. Tässä luvussa laajennetaan oppilaan tietämystä tehosta

otsikon mukaisesti myös sähkötehoon. Energian kulutusta lähestytään pääosin energian hinnan kautta, mutta joka tapauksessa oppilaat saatetaan tietoiseksi siitä, miksi energiaa kannattaa säästää. Samaan aikaan saadaan oppilaat kuin sivutuotteena ajattelemaan myös ympäristöä. Jääkaapin käyttökustannusten laskemisen esimerkissä tuodaan esille myös energialuokka-käsite. [18]

Kestävään kehitykseen liittyviä tehtäviä löytyy myös tästä luvusta. Yhdessä tehtävässä mietitään tekijöitä, jotka vaikuttavat sähkölaitteen energiankulutukseen. Toisessa mietitään sähkölaitteen energiamerkintöjä ja käyttökustannuksia. Yksi tehtävistä liittyy niinkin suorasti kestäväan kehitykseen, että siinä kysytään, miten oppilas voi henkilökohtaisesti vaikuttaa sähkönkulutuksen pienentämiseen. Käyttökustannuksiin ja energian kulutukseen liittyviä tehtäviä on lopussa vielä useita kappaleita. [18]

Aihekokonaisuuden kuudennessa luvussa aiheena on elektroniikkaa. Luvun johdanto-sivulla on kysymys siitä, miksi liikennevaloissa käytetään nykyään enenevissä määrin LED-valoja. Leipätekstissä LEDeistä puhutaan sen verran, että niiden kerrotaan olevan diodeja. LEDeihin liittyvässä tehtävässäkin kysytään vain, missä laitteissa LEDejä käytetään merkkivalona ja missä valaisimina. Myös sähköturvallisuuteen liittyvässä luvussa puhutaan sähkön säästämisestä. Tekstissä mainitaan, että kytkemällä laitteesta virran pois voi välttää tulipaloja, mutta myös säästää sähköä. [18]

Kirjan viimeinen aihekokonaisuus on otsikoltaan ”Sähkön tuotanto”. Yksi sen keskeisistä käsitteistä on sähkön säästäminen. Aihekokonaisuuden ensimmäinen luku koskee magnetismia. Kestävän kehityksen sosiaalinen ulottuvuus näkyy luvussa, kun puhutaan magneettikuvauksesta. Se on yksi fysiikan sovellus, jota käytetään terveydenhuollossa. Se liittyy vahvasti ihmisten terveyden edistämiseen ja sitä kautta kestäväan kehityksen sosiaaliseen ulottuvuuteen. Seuraavassa luvussa esitellään sähköauton moottorin toiminta kuvatekstissä hyvin lyhyesti. Vaikka luvussa tuodaan esille uusi innovaatio, jonka avulla saadaan vähennettyä liikenteen päästöjä, sähköauton ympäristöystävällisyys ei valitettavasti nouse tekstissä esille. [18]

Vaihtovirtaa käsittelevässä luvussa on tekstiosan ensimmäisellä sivulla kuvateksti, jossa kerrotaan induktioliedestä. Kuvatekstissä kerrotaan, että induktiolieden avulla saadaan säästettyä energiaa perinteiseen sähkölevyyn verrattuna. Sähkömagneettisesta induktiosta puhuttaessa yksi kuvateksti liittyy myös vesivoimaan ja siihen, että siinä hyödynnetään sähkömagneettista induktiota. Toisessa



kuvatekstissä kerrotaan, että puhelimen akun voi ladata kuntopyörän ja generaattorin avulla. Luvun pääaiheena onkin generaattori, jonka sanotaan olevan tärkein sovellus sähkömagneettisesta induktiosta. Se liittyy osaltaan tutkimuksen aiheeseen, sillä generaattorin avulla saadaan tuotettua sähköä. Luvun lopussa olevissa tehtävissä on yksi tehtävä liittyen induktiolieteen ja sen toimintaan. [18]

Koko oppikirjan viimeinen luku on otsikoltaan ”Sähkön tuotanto” ja yksi luvun keskeisistä käsitteistä on ”Sähkön kulutus ja tuotanto”. ”Tutki”-sivun tehtävät ennen leipätekstin alkamista liittyvät tiiviisti kestävään kehitykseen. Sivulla kysytään, miten sähkön kulutus Suomessa jakautuu koti- ja maatalouksien, teollisuuden sekä palvelujen kesken, mitä uusiutuvia energiamuotoja Suomessa käytetään ja mikä on niiden osuus suomalaisesta sähköntuotannosta. Näiden lisäksi pyydetään selvittämään tuulivoiman etuja ja haittoja sekä miksi on järkevää säästää sähköä. Viimeisenä tulee pohtia, miten itse voi vaikuttaa sähkölaskun pienenemiseen. [18]

Luvun ensimmäisenä aiheena on sähkönkulutus. Sen osalta sanotaan, että sähkönkulutus on noussut siitä huolimatta, että uudet laitteet kuluttavat vähemmän energiaa. Tekstistä löytyy ympyräkaavio siitä, kuinka vuonna 2014 sähkönkulutus Suomessa on jakautunut eri sektoreille (kotitaloudet ja maatalous, teollisuus ja rakentaminen, palvelut ja julkinen sektori sekä siirto- ja jakeluhäviöt). Ympyräkaavio löytyy myös sähkön tuotannossa käytetyistä energialähteistä vuodelta 2013. Kaavion vieressä on vielä erikseen laatikko, jossa sanotaan uusiutuvien, hiilidioksidivapaiden sekä kotimaisten energialähteiden osuus. Huolestuttavaa on se, että uusiutuvien ja kotimaisten energialähteiden määrä on laskenut 5% ja hiilidioksidivapaiden 4%. Kestävään kehitykseen suoraan liittyy lause, jossa todetaan uusiutuvien energiamuotojen käytön tärkeydestä, jotta energialähteiden riittävyys taataan. Tämä riittävyys saadaan taattua tekstin mukaan myös energiaa säästämällä. [18]

Seuraavaksi luvussa esitellään lämpövoimalaitoksen (esimerkiksi hiilivoimala) sekä ydinvoimalaitoksen toiminta. Kuvatekstissä vertaillaan hiilen ja uraanin tarvetta, jos halutaan tuottaa 20 000 kWh energiaa vuodessa nelihenkisen perheen tarpeeseen. Hiiltä tarvitaan kirjan mukaan 7000 kg kun taas urania tarvitaan vain 5-6 kappaletta 10 gramman nappia. Fuusiosta puhuttaessa kerrotaan, että fuusiovoimalaitosta pidetään tärkeänä sähköntuotantomuotona tulevaisuudessa, mutta vielä nykytekniikalla sitä ei ole kuitenkaan onnistuttu saamaan hyötykäyttöön. [18]

Kestävistä sähköntuotantotavoista esitellään seuraavaksi vedyn palaminen polttokennossa, tuulivoima, vesivoima sekä aurinkovoima. Vedyn kerrotaan olevan ympäristöystävällinen polttoaine, sillä sen palaessa syntyy lähestulkoon vain vettä. Lisäksi vedyn lämpöarvo on korkea. Vety ei kuitenkaan ole ratkaisu tulevaisuuden energiaongelmiin, sillä veden pilkkominen vedyksi ja hapeksi vaatii paljon energiaa. Tuulivoimasta kerrotaan voimalan toiminnan lisäksi sen olevan uusiutuva energialähde. Myös tuulivoimalan järkevän paikan valintaan otetaan kantaa. ”Vesivoimalaitos”-väliotsikon alla kerrotaan veden olevan uusiutuva energialähde ja vesivoiman olevan puhdasta ja edullista. Vesivoiman ympäristövaikutuksiin erityisesti voimalan rakennusvaiheessa otetaan myös kantaa. Aurinkosähköstä kerrotaan sen hyötysuhteen olevan vain noin 15%, mutta sen etuja ovat muun muassa saasteettomuus, turvallisuus ja ehtymättömyys. [18]

Luvussa viimeisenä on kappale sähkön säästämisestä. Siinä korostetaan yksilön vastuuta, sillä jokaisen henkilökohtaiset tottumukset vaikuttavat merkittävästi kodin sähkökulutukseen. Taloudellisuuden lisäksi hyötynä on energiavarojen ja sitä kautta luonnon säästäminen. Kulutuksen vähentäminen pienentää hiilidioksidipäästöjä, joita ilmakehään vapautuu, kun sähköä tuotetaan fossiilisilla polttoaineilla. Sivulla on myös infolaatikko sähkönsäästövinkeistä. Viimeinen kuvateksti muistuttaa, että säästämisen voi aloittaa ihan pienistäkin asioista. Vielä yhteenvetosivullakin korostetaan uusiutuvia energialähteitä ja sähkön säästämistä. Koko aihekokonaisuuden kattavista kertaustehtävistä yhdessä pitää selittää lyhyesti aurinkopaneelin toimintaperiaate ja tehtävistä viimeinen koskee sähkön säästämistä. [18]

Oppikirjan käsittehakemistosta löytyvät seuraavien kestävään kehitykseen liittyvien käsitteiden selitykset: hyötysuhde, ilmastonmuutos, kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen, kasvihuonekaasut, LED ja lämpöarvo. [18]

### 3.2 Titaani Fysiikka 7-9

Titaani Fysiikka 7-9 on kustannusosakeyhtiö Otavan kustantama oppikirja, joka on tarkoitettu käytettäväksi peruskoulun vuosiluokilla 7-9. Tutkimuksen lähteenä on käytetty oppikirjan ensimmäistä painosta, joka on julkaistu vuonna 2016. Oppikirjasta käytetään jatkossa nimeä Titaani. [19]

Kirjasta löytyy kuusi aihekokonaisuutta: fysiikan maailma, ääni ja valo, voima ja liike, lämpö, sähkö ja magnetismi sekä maailmankaikkeus. Jokainen aihekokonaisuus sisältää 6-7 lukua, joiden alussa on aiheeseen johdatteleva sivu, joka sisältää kysymyksiä, tutkimuksia sekä videoita. Lukujen tekstiosat sisältävät tekstin lisäksi kuvia ja esimerkkejä. Tässä kirjassa tärkeät käsitteet ovat tummennettuna muun tekstin seassa. Lukujen lopusta löytyy ekstra-osio, johon on nostettu jokin luvun aiheeseen liittyvä kiinnostava asia tarkempaan käsittelyyn. Tässä oppikirjassa on myös tehtäviä jokaisen luvun lopussa, minkä lisäksi tehtävien jälkeen löytyy pieni tiivistelmä-laatikko. Jokaisen aihekokonaisuuden lopussa on kertaustehtäviä, mutta erillisiä yhteenvetosivuja ei lukukohtaisten tiivistelmien lisäksi löydy. Kirjan lopussa on vielä keskeiset käsitteet selitettynä. [19]

Titaanissa lähdetään liikkeelle fysiikasta tieteenä. Kirjan ensimmäinen aihekokonaisuus on nimeltään ”Fysiikan maailma” ja siinä johdatellaan ajatuksia siihen suuntaan, että fysiikan avulla on saatu aikaan asioita, jotka ovat muuttaneet ihmisten elämää. Lisäksi johdatussivulla mainitaan fysiikan vaikuttaneen siihen, että muun muassa autot, älypuhelimet sekä internet on keksitty. [19]

Ensimmäisessä luvussa ”Fysiikka – ratkaisujen tiede” kestävään kehitykseen liittyvänä keksintönä mainitaan aurinkoenergian valjastaminen hyötykäyttöön. Luvussa puhutaan myös yleisellä tasolla siitä, että fysiikan avulla voidaan kehittää yhä taloudellisempia, tehokkaampia sekä ympäristöystävällisempiä teknologisia sovelluksia. Ympäristöystävällisyys on nostettu tässä kohdassa erikseen puheeksi. [19]

Teknologisille saavutuksille on kirjassa oma lukunsa ”Teknologian saavutuksia”, joka on pääosin rakennettu aikajana-tyyppisesti. Siinä käydään läpi suurimpia keksintöjä kirjapainotaidosta aina internetiin asti. Kestävän kehityksen kannalta mielenkiintoista tekstiä ei ole paljoa. Röntgenkuvaus on yksi esitellyistä keksinnöistä ja transistorin kohdalla kerrotaan, että se kuluttaa paljon vähemmän energiaa kuin elektroniputki, jonka se korvasi. Luvun ekstra-osio koskee LEDejä. Siinä mainitaan, että LEDit ovat edullisia ja säästävät energiaa. LEDejä myös verrataan hehkulamppuihin ja loisteputkiin: LEDit ovat pitkäikäisempiä, ne eivät kuumene ja ne kuluttavat paljon vähemmän virtaa. Luvun tehtävisivulla olevassa tiivistelmässä todetaan, että teknologiaa hyödynnetään yhteiskunnan kehittämisessä. [19]

Seuraavassa luvussa ei leipätekstissä nouse esille kestävään kehitykseen liittyviä asioita, mutta ekstra-osiossa ”Nanoteknologiassa pieni on kaunista” mainitaan, kuinka nanoteknologiaa käytetään muun muassa aurinkokennoissa. Nanoteknologian odotetaan löytävän myös ratkaisuja

ympäristöongelmiin. Nanoteknologian avulla kehitetyt nanorobotit ovat todella pieniä, mutta ne ovat myös hyvin tehokkaita ja kuluttavat vähän energiaa. Kestävän kehityksen sosiaalinen näkökulma nousee esille, sillä tulevaisuudessa nanorobotteja voidaan käyttää myös lääketieteessä. [19]

Aihekokonaisuuden viimeisen luvun otsikko on ”Energia”. Jo leipätekstin alussa olevan kuvan kuvateksti liittyy kestävään kehitykseen. Kuvassa näkyy kodinkoneita ja kuvatekstissä sanotaan, että energiamerkinnän avulla kuluttaja osaa ostaa laitteen, joka kuluttaa vähän energiaa ja on ympäristöystävällinen. Leipätekstissä puhutaan Auringon säteilemästä energiasta, josta vain pieni osa osuu Maahan. Tämän määrän säteilyä kerrotaan olevan juuri sopiva siihen, että elämä on mahdollista Maapallolla. Viimeisenä luvussa esitellään hyötysuhde, joka ilmaisee, kuinka suuri osa energiasta saadaan haluttuun muotoon. Hyötysuhteista on kuvatekstitön kuva, jossa tulee ilmi junan, rekka-auton, henkilöauton ja kahden lampun hyötysuhteet. Kuvasta nähdään, että hehkulampun hyötysuhde (5%) on paljon pienempi kuin toisenlaisella lampulla (25%). [19]

Seuraava aihekokonaisuus on nimeltään ”Ääni ja valo”. Ensimmäisessä luvussa käsitellään ääntä ja kuulemistä ja siinä ei ole ultraäänen hyödyntämistä lääketieteessä koskevaa kuvatekstiä enempää asiaa kestävään kehitykseen liittyen. Sosiaalinen ulottuvuus nousee esille toisessa luvussa ”Ääniä ympärillämme”, kun puhutaan melulta suojautumisesta. Tekstissä kerrotaan, että liikenteen melua vähentävät meluvallit lisäävät sekä asuinympäristön viihtyisyyttä että terveellisyyttä. Tekstissä nostetaan esille myös ultraäänitutkimus. Se on yksi fysiikan mahdollistama keksintö, joka on lisännyt terveyttä maailmanlaajuisesti. Ultraäänestä on luvussa myös ekstra-osio. Lisäksi luvun tehtävissä on tehtäviä meluun ja ultraääneen liittyen ja luvun tiivistelmässä on nostettu esiin erityisesti melu ja sen vähentäminen. [19]

Aihekokonaisuuden kolmas luku pitää sisällään aiheet valo ja näkeminen. Valonlähteiksi mainitaan muun muassa Aurinko, lamppu sekä kynttilän liekki. Luvun ekstra-osio liittyy vahvasti kestävään kehitykseen, sillä sen aiheena ovat lamput. Siinä tulee esille energiatehokkuusluokat: A++ on paras ja G on huonoin. Energiatehokkuusluokasta sanotaan sen kertovan, kuinka hyvin lampun energia kuluu valaisemiseen. Seuraavana puhutaan sytytyskertojen määrästä sekä kannan tunnuksesta. Loput ekstra-osiossa esille nousevat asiat ovat käyttölämpötila, värielämpötila, valovirta sekä lampun teho. Vertailua eri lamppujen välillä ei ole tehty. [19]

Aihekokonaisuuden kahdessa seuraavassa luvussa käsitellään linsejä ja taittumista sekä peilejä ja heijastumista. ”Linssit ja taittuminen”-nimisessä luvussa ei ole asiaa kestäväan kehitykseen liittyen, mutta luvun ”Peilit ja heijastuminen” viimeisellä sivulla käsitellään valokuitua. Sitä voidaan kirjan mukaan hyödyntää tiedonsiirrossa ja lääketieteessä. Valokuituja yhdistämällä saadaan valokaapeleita, jolloin tiedonsiirto tehostuu. Tämä on yksi esimerkki yhteiskuntaa hyödyttävästä teknologisesta keksinnöstä, jossa fysiikka on suuressa roolissa. Luvun yhdessä tehtävässä kysytään kokonaisheijastuksen hyödyntämisestä lääketieteessä ja televiestinnässä. [19]

Seuraavan aihekokonaisuuden aiheena on voima ja liike. Sen viimeisessä luvussa on aiheena työ ja teho. Tässä luvussa esitellään teho ensin työntekovauhtina, ja parin lauseen päästä sen sanotaan olevan myös energian muuntumisnopeus. Tässä kohtaa kirjassa on kuva eri toimintojen vaatimista tehoista, mutta hyötysuhteissa tässä yhteydessä ei puhuta. Tämä aihekokonaisuus jäi täysin ilman kestävan kehityksen näkökulmia. [19]

Neljäs aihekokonaisuus on ”Lämpö” ja siinä on lukuja niin kotien lämmönlähteisiin kuin energiantuotantoon ja energialähteisiin liittyen. Ensimmäisessä luvussa puhutaan lämpöenergiasta ja lämpötilasta yleisesti. Luvussa mainitaan keinoja lämmön siirtymisen vähentämiseksi. Eristeiden kohdalla mukaan on saatu myös kestävan kehityksen näkökulma maininnalla, että rakennuksen hyvä eristäminen pienentää energiankulutusta. [19]

Aihealueen toiseksi viimeisessä luvussa ”Kotien lämmönlähteet” lämpölaitoksista puhuttaessa mainitaan maakaasu, turve, puu ja biokaasu ottamatta kantaa siihen, ovatko ne hyviä vai huonoja polttoaineita. Maalämmön kohdalla lämpöpumpun sähkönkulutuksen kerrotaan olevan pieni, jolloin energiaa säästävä näkökulma nousee esiin. Yhdessä kuvatekstissä kerrotaan maalämmön olevan ympäristöystävällinen. Öljylämmityksen, puulämmityksen ja aurinkoenergian kohdalla niiden ympäristöystävällisyyteen ei oteta kantaa. Öljylämmityksen kohdalla mainitaan kuitenkin, että uusissa polttimissa voidaan käyttää bioöljyä. [19]

Luvun ekstra-osion otsikko on ”Yhdistetyssä sähkön- ja lämmöntuotannossa hyötysuhde saadaan korkeaksi”. Sen tarkoituksena on havainnollistaa, että kun voimalaitoksessa tuotetaan pelkkää sähköä, suurin osa käyttöenergiasta menee hukkaan. On tehokkaampaa, jos tämä hukkaan menevä energia saadaan myös hyötykäyttöön. Luvussa on tehtäviä muun muassa aurinkokeräimeen ja aurinkopaneeliin, öljylämmityksen suosion laskuun, lämpöpumppuun sekä nollaenergiataloon liittyen. [19]

Aihekokonaisuuden viimeisessä luvussa ”Energiantuotanto ja energialähteet” kestävän kehityksen näkökulma tulee esille jo johdantosivulla, jossa kysytään ”Onko saasteetonta energiaa olemassa?” ja ”Miten voit vaikuttaa ilmastonmuutokseen?”. Johdantosivun alalaidassa on ympyräkaavio, joka havainnollistaa energialähteiden osuuksia energian kokonaiskulutuksesta Suomessa. Energialähteet jaetaan uusiutuviin ja uusiutumattomiin, mutta niiden hyvyteen tai huonouteen ei oteta mitään kantaa. Kirjan mukaan uusiutuvia energialähteitä ovat puupolttoaineet, vesivoima ja tuulivoima, Auringon energia sekä maasta ja ilmasta saatava lämpö. Turpeen kerrotaan olevan hitaasti uusiutuva polttoaine. Uusiutumattomista energialähteistä mainitaan fossiiliset polttoaineet (maaöljy, maakaasu ja kivihiili) sekä ydinvoima. [19]

Seuraavaksi tekstissä käydään näitä energialähteitä tarkemmin läpi. Puupolttoaineet tuottavat palaessaan ympäristölle haitallisia päästöjä (hiukkaspäästöt, rikkidioksidi sekä typen oksidit), vaikka ne vapauttavat ilmakehään saman verran hiilidioksidia kuin niiden lahotessakin vapautuisi. Tuulivoiman kerrotaan olevan ympäristöä kuormittamaton, sillä se on uusiutuva eikä se saastuta. Haittapuolina mainitaan, että siitä aiheutuu melu- ja maisemahaittoja. Vesivoima on kirjan mukaan saasteetonta ja edullista. Sen rakentaminen muuttaa ympäristöä ja häiritsee luonnon tasapainoa, joten se kuitenkin aiheuttaa ympäristöhaittoja. Ydinvoima on hyvä vaihtoehto ilmastonmuutoksen kannalta, sillä siinä ei synny kasvihuonekaasupäästöjä. Sen ongelma kuitenkin on muodostuva ydinjäte. Turpeen tuotannon ympäristöhaittoina mainitaan haitalliset päästöt sekä suoekosysteemien tuhoutuminen ja vesistöjen rehevöityminen. Kirjan mukaan maakaasua pidetään melko puhtaana polttoaineena, vaikka se on fossiilinen polttoaine. Sen palaessa ei vapaudu hiilidioksidin lisäksi muuta kuin vesihöyryä, kun taas öljyn palamisessa syntyy ilmansaasteita. Viimeisenä esitellyn kivihiilen kerrotaan olevan fossiilinen polttoaine, josta on haittaa ympäristölle. [19]

Kirjassa eri energialähteitä arvioidaan perusteellisesti ja monipuolisesti. Luvun kuvateksteissä on otettu myös kestävä kehitys huomioon. Yhdessä kuvatekstissä kerrotaan raakaöljyn kuljetuksen olevan ympäristöriski ja toisessa kuvatekstissä sanotaan, että yksi tapa vähentää kaatopaikoille menevää jätettä on polttaa energiajätettä. Kuvatekstissä smog-savusumusta kerrotaan sen heikentävän ilmanlaatua ja aiheuttavan terveysongelmia. Aurinkoenergian kerrotaan yleistyvän, kun laitekustannukset alenevat. [19]

Luvun lopussa on hyvin havainnollinen teema-sivu yhdestä aikamme suurimmista ongelmista – ilmastonmuutoksesta: ”Ilmastonmuutos on seurausta fossiilisten polttoaineiden käytöstä”. Teema-sivulla vilahtelevat sanat kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen ja kasvihuonekaasut. Siinä lähdetään liikkeelle määrittelemällä ilmastonmuutos, minkä jälkeen puhutaan sen seurauksista, henkilökohtaisten valintojen merkityksestä ja kansainvälisistä sopimuksista ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. [19]

Luvun lopussa olevat tehtävät liittyvät muun muassa seuraaviin aiheisiin: uusiutuva ja uusiutumaton energia, fossiiliset polttoaineet, maakaasun puhtaus, kivihiilen ja tuulen käytön edut ja haitat, ydinenergian ympäristövaikutukset, kasvihuoneilmiö ja kasvihuonekaasut sekä ilmastonmuutos ja sen hillitseminen. Tiivistelmä-laatikossa tehtävä sivun alalaidassa muistutetaan, että ilmastonmuutos johtuu fossiilisten polttoaineiden käytöstä. Aihekokonaisuuden kokoavissa kertaustehtävissä on myös pari tehtävää kestävän kehityksen aiheisiin liittyen. Yhdessä tehtävässä tulee muun muassa kertoa mikä on ilmastonmuutos ja mistä se johtuu, ja toinen tehtävä liittyy fossiilisiin polttoaineisiin. [19]

Toiseksi viimeinen aihekokonaisuus on ”Sähkö ja magnetismi”. Aihekokonaisuudessa lähdetään liikkeelle magnetismin perusteista, ja ensimmäinen luku koskee magneettista ja sähköistä vuorovaikutusta. Tässä luvussa kestävä kehitys nousee esille vain yhdessä kuvatekstissä, jossa kerrotaan neodyymimagneeteista, joilla koneista ja laitteista saadaan tehokkaampia. Toisessa luvussa ”Sähkövirta ja jännite” puhutaan paristoista ja akuista sekä siitä, että sähköautoissa voimanlähteenä on suuri määrä sarjaan kytkettyjä akkuja. [19]

Luvussa ”Resistanssi ja ohmin laki” on ekstra-osio suprajohdeista. Siinä kerrotaan muun muassa niiden käytöstä magneettikuvauslaitteissa eli kestävän kehityksen sosiaalinen ulottuvuus ja fysiikan rooli tulevaisuuden rakentamisessa tulee esille. Aihekokonaisuuden toiseksi viimeisessä luvussa puhutaan sähkömagneettisesta induktiosta. Titaanissa ei asiasta puhuttaessa mainita induktioliettä. Luvussa on sen verran kestävään kehitykseen liittyvää asiaa, että yhdessä kuvatekstissä puhutaan tuulivoimaloista. [19]

Uusiutuvilla energiamuodoilla jatketaan myös aihekokonaisuuden viimeisessä luvussa, jossa aiheena on sähkön tuottaminen ja siirto. Luvun johdantosivun viimeinen kysymys ”Miten voisit säästää energiaa?” liittyy tutkimuksen aiheeseen. Lisäksi sivun viimeisessä tutkimustehtävässä otetaan kestävän kehityksen näkökulma huomioon, sillä siinä oppilaan pitää tarkkailla omaa

sähkönkulutustaan. Tehtävään kuuluu myös laatia suunnitelma, miten itse voi vähentää sähkönkulutusta. Luvun leipätekstissä mainitaan voimalaitosten käyttämiä erilaisia energialähteitä sekä kerrotaan, kuinka sekä sähköä että lämpöä tuottavissa voimalaitoksissa hyötysuhde on paljon suurempi (jopa 90%) kuin pelkkää sähköä tuottavissa (enimmillään 45%). [19]

Luvun viimeinen kappale koskee sähkön säästämistä. Siinä korostetaan, että jo pienillä teoilla on vaikutusta. Tekstissä mainitaan sähkönsäästökeinoina laitteiden tarpeettoman käytön välttäminen, laitteiden kulutuksen seuraaminen sekä energiataloudellisten laitteiden ja koneiden hankkiminen. Tehtäväisivulla on vielä kuva energiamerkinnästä ja kuvateksti, että sen avulla saadaan tietoa muun muassa laitteen energiankulutuksesta. [19]

Luvun tehtävissä palautellaan mieleen tuulivoimaa ja vesivoimaa. Yhdessä tehtävässä täytyy miettiä, mistä tuuli- ja vesivoiman tuottama energia on peräisin ja luvun viimeisessä tehtävässä täytyy selvittää, miten vesivoimalassa tuotetaan sähköä. Luvun yhteenvetolaatikossa on vielä huomautus siitä, että energiaa voi säästää kulutustottumuksia muuttamalla. Aihekokonaisuuden kertaustehtävissä näkyy myös kestävän kehityksen näkökulma, sillä yhdessä tehtävässä kysytään kolme esimerkkiä, joilla voidaan vähentää sähkön kulutusta kotona. [19]

Viimeinen aihekokonaisuus liittyy maailmankaikkeuteen. Siinä lähdetään liikkeelle sähkömagneettisesta säteilystä, päädytään radioaktiivisuuden ja ydinreaktioiden kautta Aurinkoon, Aurinkokuntaan sekä lopulta tähtiin ja tähtijärjestelmiin asti. Tämän aihekokonaisuuden ensimmäisessä luvussa ”Sähkömagneettinen säteily” tulee fysiikan merkitys kestäväälle kehitykselle esille sosiaalisen ulottuvuuden näkökulmasta, sillä yhdessä kuvatekstissä mainitaan gammasäteilyn tuhoavan syöpäsoluja. Leipätekstissä on mainittu ilmakehä ja sen rooli haitallisen säteilyn pysäyttäjänä. Puheeksi otetaan myös gamma- ja röntgensäteily niin lääketieteen kuin teollisuuden kannalta. Tekstissä mainitaan myös otsonikerroksen ohentuminen, joka on lisännyt UV-säteilylle altistumista. Luvun ekstra-osio koskee säteilyn hyödyntämistä lääketieteessä, minkä lisäksi luvun yhteenvedossa sanotaan monien teknologisten sovellusten perustuvan sähkömagneettiseen säteilyyn. Yhteenvedossa muistutetaan myös ilmakehän roolista haitallisen säteilyn pysäyttäjänä. [19]

Seuraavan luvun ”Radioaktiivisuus” johdannossa on kysymys säteilyltä suojautumisesta. Tämä liittyy suoraan opetussuunnitelmastakin löytyvään ihmisten hyvinvoinnin turvaamiseen. Leipätekstissä ja kuvatekstissä mainitaan työntekijöillä olevista säteilymittareista. Lisäksi kerrotaan, mistä kaikkialta



ihmiset saavat säteilyä. Turvallisuuskulma jatkuu tekstissä, kun kerrotaan, kuinka altistumista huoneilman radonille voidaan vähentää. Ionisoivasta säteilystä kerrotaan vielä, kuinka sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi lääketieteessä ja teollisuudessa. [19]

Seuraava luku käsittelee ydinreaktioita. Yksi luvun johdantosivulla olevista tehtävistä on järjestää väittely ydinvoiman puolesta ja ydinvoimaa vastaan. Toinen johdantosivun tehtävä on arvioida ydinvoimaa: sen vahvuuksia ja heikkouksia sekä mahdollisuuksia ja uhkia. Luvun leipätekstissä lähdetään liikkeelle fissiosta, minkä jälkeen päästään ydinvoimalaitoksiin. Ensimmäisenä ydinvoimalasta kerrotaan, että se toimii samalla periaatteella kuin lämpövoimalaitokset, joiden polttoaineena käytetään esimerkiksi kivihiiltä, öljyä tai turvetta. Erona on, että siinä vesihöyry saadaan aikaan ydinreaktiolla. Ydinvoimalaitoksista puhuttaessa nousee kirjassa esille myös ydinjäte ja sen loppusijoittaminen turvallisesti. Ydinvoimalaitosten turvallisuudesta puhutaan paljon, ja tässä kirjassa mainitaan turvallisuus myös ympäristön kannalta. Radioaktiivisten aineiden käsittely tapahtuu niin, ettei niitä milloinkaan päädy ympäristöön. Tämän takia ympäristöstä otetaan myös aika-ajoin näytteitä ympäristöturvallisuuden varmistamiseksi. Luvun viimeisellä sivulla puhutaan fuusiovoimasta ja sen ympäristöystävällisyydestä. Lisäksi kerrotaan, että tulevaisuudessa fuusio ratkaisisi energiaongelmat pysyvästi. Luvun lopussa olevista tehtävistä kestävään kehitykseen liittyy ydinvoimalan polttoaineen varastointiin liittyvät kysymykset sekä turvallisuus-kysymykset. [19]

Kirjan toiseksi viimeisestä luvusta ”Maan ja Kuun liikkeet” löytyy kestävään kehitykseen liittyvää asiaa, kun puhutaan ilmakehästä. Sen kerrotaan suojaavan Maata ja vaikuttavan siihen, että lämpötila Maassa pysyy melko tasaisena. Erikseen ei siis kuitenkaan mainita, että ilmakehä on välttämätön ihmisten ja ympäristön kannalta. Vielä luvun yhteenvedossa tähdennetään sitä, että ilmakehä suojaa planeettaamme. [19]

Oppikirjan lopussa olevassa keskeisten käsitteiden luettelosta löytyy käsitteitä, joiden voidaan ajatella liittyvän kestävään kehitykseen joko suoraan tai välillisesti, sillä käsiteluettelosta löytyy paljon esimerkiksi eri energialähteitä, joiden kohdalla on kerrottu ovatko ne uusiutuvia vai uusiutumattomia. Seuraavassa on nämä käsitteet lueteltuna: aurinkoenergia, energialähde, fossiiliset polttoaineet, hukkaenergia, hyötysuhde, ilmastonmuutos, kivihiili, loppusijoituspaikka, maakaasu, otsonikerros, puupolttoaine, turve, tuulivoima, uusiutumattomat energialähteet, uusiutuvat energialähteet, valokaapeli, valokuitu, vesivoima, vesivoimalaitos, ydinvoima ja öljy. [19]

### 3.3 FyKe Fysiikka 7-9

FyKe Fysiikka 7-9 on edellisten oppikirjojen kanssa samana vuonna (2016) julkaistu oppikirja. Lähteenä on käytetty kirjan 10. painosta ja sen on kustantanut Sanoma Pro Oy. Tästä oppikirjasta käytetään jatkossa nimitystä FyKe. [20]

FyKessä on seitsemän aihekokonaisuutta: lämpö, aaltoliike, liike ja voima, liike ja energia, sähkö, energia yhteiskunnassa sekä maailmankaikkeuden suuret ja pienet rakenteet. Jokaiseen aihealueeseen sisältyy viisi lukua, ”Syvennä tietojasi”-luku sekä yhteenveto aihealueesta. Jokainen luku alkaa kuvalla sekä lyhyellä johdantotekstillä. Lukujen tekstiosa sisältää leipätekstin lisäksi väliotsikoita, kuvia sekä esimerkkejä. Tärkeät käsitteet on lihavoitu, minkä lisäksi keskeisimmät asiat on laatikoitu. Lukujen lopussa on esimerkkejä sekä tehtäviä. Lukukohtaisten tehtävien lisäksi kirja ei sisällä kertaustehtäviä. FyKe sisältää kirjan lopussa myös liite-osan, josta löytyy SI-järjestelmän suureita ja mittayksiköitä: perussuureita, johdannaisuureita, lisäyksiköitä ja yksiköiden etuliitteitä. Näiden lisäksi löytyy taulukot Auringon, Kuun ja Maan keskeisimmistä ominaisuuksista sekä taulukot ”Kiinteiden alkuaineiden ominaisuuksia”, ”Kiinteiden aineiden ominaisuuksia”, ”Nesteiden ja kaasujen ominaisuuksia” sekä ”Sähkötekniisiä piirrosmerkkejä”. Kirjan lopusta löytyy vielä hakemisto. [20]

Ennen ensimmäistä aihekokonaisuutta kirjassa on johdatteluluku fysiikan maailmaan. Johdatteluluku liittyy jo kestävään kehitykseen, sillä siinä hoksautetaan lukijaa siitä, missä kaikkialla fysiikkaa tarvitaan. Fysiikka on ollut suuressa roolissa uusien asioiden ja esimerkiksi teknologian kehittämisessä. Näin ollen fysiikalla ja erityisesti sen eri ilmiöillä on vahva rooli myös kestäväen tulevaisuuden rakentamisessa. Tekstissä mainitaan, kuinka fysiikalla on teollisuuden lisäksi paikkansa sairaaloissa, ympäristötutkimuksessa sekä energiantuotannossa, kun kehitetään yhä tarkempia ja parempia mittalaitteita ja tiedonsiirtomenetelmiä. Luvussa kerrotaan fysiikan olevan luonnontiede, joka tutkii kappaleita ja ilmiöitä. Ilmiöistä luvussa mainitaan kestävään kehitykseen liittyen ilmaston lämpeneminen. Tekstissä sanotaan, että fysiikka on osaltaan vaikuttanut hyvinvointiin, eli kestäväen kehityksen sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus tulee myös huomioitua. Johdatteluluvun lopussa olevista tehtävistä kestävään kehitykseen liittyy tehtävä, jossa oppilaan täytyy mainita yksi keksintö, joka on olennaisesti muuttanut päivittäistä arkea. [20]

Tässä oppikirjassa ei ole aihekokonaisuuksien alussa minkäänlaista johdantosivua, joten ensimmäinen aihekokonaisuus ”Lämpö” lähtee suoraan ensimmäisen luvun asiaan. Aihekokonaisuuden neljässä ensimmäisessä luvussa ei ole asiaa kestäväan kehitykseen liittyen. Ensimmäisen aihekokonaisuuden viimeisen luvun otsikko on ”Lämpötasapaino luonnonilmiöissä”. Tässä luvussa päästään tutkimuksen kannalta kiinnostaviin asioihin, kun siirrytään puhumaan kodin lämmittämisestä ja lämmön karkaamisen vähentämisestä. Keino lämmön karkaamisen vähentämiseen on talon eristäminen. Luvussa mainitaan yleisimmiksi lämmitystavoiksi sähkö, öljy ja puu. Lisäksi luvussa puhutaan kaukolämmöstä ja kaukolämpövoimaloista, joiden kerrotaan tuottavan lämmön lisäksi usein myös sähköä. [20]

Luvun viimeinen sivu on kokonaan kestäväan kehitykseen liittyvää asiaa. Siinä puhutaan kasvihuoneilmiöstä sekä ilmaston lämpenemisestä ja sen estämisestä. Sivun yläalaidassa on havainnollistava vertailu lämpösäteilyn heijastumisesta kasvihuoneilmiön voimistuessa verrattuna kasvihuoneilmiön hillitsemiseen. Sivun alalaidan kuvatekstissä puhutaan jäätiköiden sulamisesta ilmaston lämpenemisen aiheuttamana. Tekstissä kasvihuoneilmiön kerrotaan olevan asia, joka mahdollistaa elämän, mutta jonka voimistuminen aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Ilmaston lämpenemisestä seuraa ympäristöongelmia, kuten jäätiköiden sulamista ja joidenkin alueiden kuivumista. Sivulla puhutaan myös kasvihuonekaasuista, joista merkittävimmän kerrotaan olevan hiilidioksidi. Sitä vapautuu ilmakehään muun muassa turpeen, fossiilisten polttoaineiden, kivihillen, öljyn sekä maakaasun poltosta. Terminä tekstissä on tummennettuna kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen sekä ilmastomuutos. [20]

Kun ilmiöt on esitelty, siirrytään puhumaan siitä, kuinka tärkeää ilmastomuutoksen estäminen on. Kansainvälisten sopimusten lisäksi kerrotaan, että jokainen voi omalta osaltaan vaikuttaa asiaan. Kirjan mukaan paras tapa on säästää energiaa. Jokainen voi sammuttaa valot huoneesta lähtiessä ja sammuttaa tietokoneen, kun sitä ei käytetä. Lisäksi kannattaa pyöräillä aina kun mahdollista sen sijaan, että liikkuisi aina autolla. Yhtenä vinkkinä mainitaan myös huoneen lämpötilan laskeminen pariin kymmeneen asteeseen. Luvun lopussa on esimerkki nollaenergiatalosta. Se tarkoittaa sitä, että talo tuottaa niin paljon energiaa kuin käyttää. Nollaenergiataloissa lämmittämisessä käytetään usein hyväksi myös aurinkokeräimiä ja -kennoja. Esimerkin lopussa puhutaan aurinkokeräimen toiminnasta. [20]

Luvun lopussa olevista tehtävistä kolme liittyy suoraan kestävään kehitykseen. Ensimmäisessä pitää selittää kasvihuoneilmiön voimistuminen ja sen vaikutus ilmastonmuutokseen viereisen sivun kuvan avulla. Toisessa kysytään, mitä tarkoittaa ilmaston lämpeneminen ja käsketään keksiä vähintään kolme tapaa, joilla jokainen itse voi vaikuttaa ilmaston lämpenemisen hidastamiseen. Viimeinen tehtävä sisältää väittämiä, joista pitää osata sanoa ovatko ne oikein vai väärin. Väittämät liittyvät ilmakehän hiilidioksidin määrään, ilmastonmuutoksen ja kasvihuoneilmiön syy-seuraussuhteeseen, ilmastonmuutokseen Suomessa sekä fossiilisten polttoaineiden käyttöön. Koko aihealueen yhteenveto-sivulla kestävä kehitys saa sen verran huomiota, että viidennen luvun tärkeimmiksi käsitteiksi nostetaan lämpötasapainon lisäksi ilmaston lämpeneminen, kasvihuoneilmiö sekä aurinkokenno. [20]

Toinen aihekokonaisuus pitää sisällään aaltoliikkeen lähtien aalloista ja menneen äänen ja valon kautta peileihin ja linssihin. Aihekokonaisuuden ensimmäisessä luvussa lähdetään johdattelemaan kohti aaltoliikettä ottamalla esille aiheeseen liittyviä peruskäsitteitä: aaltoliike, aalto, aallonpituus yms. Ensimmäinen luku ei sisällä kestävään kehitykseen liittyviä asioita mistään ulottuvuudesta. Aihekokonaisuuden toisessa luvussa ”Värähtelijä tuottaa äänen” kestävä kehityksen sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus näkyy pienen leipätekstipätkän ja kuvatekstin verran ultraäänikuvauksen muodossa sekä melusta puhuttaessa. Luvun lopussa olevista tehtävistä kolmessa on asiaa meluun liittyen. [20]

Seuraava luku käsittelee valon heijastumista eikä siinä nouse esille tutkimuksen kannalta olennaisia asioita, toisin kuin sitä seuraavassa luvussa, jossa puhutaan valon taittumisesta. Tässä luvussa nousee kestävä kehitys esille, kun puhutaan valokuidusta ja -kaapelista. Valokuitu on kirjan mukaan yksi fysiikkaa hyödyntävä tulevaisuuden ja jo nykypäivänkin keksintö. Sitä hyödynnetään niin tiedonsiirrossa kuin lääketieteessä. [20]

Kolmannen aihekokonaisuuden otsikko on ”Liike ja voima”. Se sisältää luvut nopeudesta, tasaisesta ja kiihtyvistä liikkeistä, voimasta ja vuorovaikutuksesta, nesteestä ja kitkasta sekä paineesta. Tämä aihekokonaisuus ei sisällä mitään asiaa kestävään kehitykseen liittyen. [20]

Neljännessä aihekokonaisuudessa aiheena on liike ja energia. Aihekokonaisuudessa lähdetään liikkeelle energian muuntumisesta muodosta toiseen. Yksi leipätekstin väliotsikoista on ”Tuulen ja liikkuvan veden liike-energia on päästötöntä energiaa”. Otsikon alla olevassa tekstissä puhutaan veden ja tuulessa liikkuvan ilman liike-energiasta, jota voidaan käyttää sähköenergian tuotannossa.

Tekstin viimeisessä lauseessa kerrotaan, että tuuli- ja vesivoimalaitoksissa ei muodostu palamiskaasuja. Tekstin vieressä on myös kuva tuulivoimalaitoksesta ja sen toiminnasta. [20]

Luvun ”Teho ja hyötysuhde kertovat energian muuntumisesta” ensimmäisessä väliotsikossa puhutaan tehosta. Sen kerrotaan olevan energian muuntumisnopeus. Tekstissä on myös taulukoituna eri laitteiden tehoja. Teholle annetaan myös toinen määritelmä: se kertoo työntekonoisuuden. Seuraavaksi siirrytään puhumaan hyötysuhteesta, ja väliotsikossa sen sanotaan olevan taloudellisuuden mittari. Kyseisen väliotsikon alla kerrotaan, että LED- ja energiansäästölamppuja käytetään niiden hyvän hyötysuhteen takia. Hyötysuhteesta puhuttaessa ei oteta ympäristönäkökulmaa esille, puhutaan vain taloudellisesta näkökulmasta. Seuraavalla sivulla siirrytään pohtimaan autojen hyötysuhteita, ja tästä näkökulmasta tarkasteltuna otetaan huomioon myös ympäristöasiat. Vaikka dieselmoottorilla on parempi hyötysuhde kuin bensiinimoottorilla, niin sen hiilidioksidipäästöt ovat suuremmat. Tekstissä mainitaan myös hybridiautot ja sähköautot, mutta niiden kerrotaan vain hyödyntävän uusinta tekniikkaa. Sähköautoihin ja niiden hyötysuhteeseen liittyen luvun lopussa on yksi tehtävä. Lisäksi tehtävä sivun yläalareunassa on esimerkki, jossa vertaillaan kahden hissien hyötysuhteita toisiinsa. [20]

Seuraavan aihekokonaisuuden teemana on sähkö. Aihekokonaisuus lähtee rakentumaan sähkövarauksista kohti virtapiirejä ja sähköfysiikan käsitteitä kuten jännite, virta ja resistanssi, ja aihekokonaisuuden lopussa päästään sähköenergiaan. Ensimmäisessä luvussa lähdetään liikkeelle perusasioista eikä siinä vielä päästä kestävä kehityksen teemoihin. Seuraavassa luvussa käsitellään jännitettä ja siinä puhutaan paristoista ja akuista, joiden välillä ei kuitenkaan tehdä minkäänlaista vertailua. Paristojen hävityksestä mainitaan sen verran, että paristot on vietävä lain mukaan keräyslaatikkoon. Seuraavalla sivulla puhutaan LED-lampuista ja siitä, kuinka ne ovat korvanneet hehkulamput hyvän hyötysuhteensa ansiosta. [20]

Aihekokonaisuuden viimeinen luku ”Sähköenergia siirtyy ja muuntuu virtapiirissä” on tutkimuksen kannalta kiinnostava. Luvussa lähdetään liikkeelle sähköenergian käsitteestä sekä kerrotaan, että sähköenergiaa tuotetaan muun muassa turve-, ydin- ja vesivoimalaitoksissa. Vaikka laitteiden tehosta puhuttiin jo aiemmankin aihekokonaisuuden aikana, niin nyt tehon käsitettä viedään vielä eteenpäin. Kun puhutaan sähkötehosta, sen kerrotaan olevan sähköenergian muuntumisnopeus. Eri laitteiden tehoista on sekä taulukko että kuvia ja kuvatekstejä. Yhdessä kuvassa näkyy myös energiansäästölamput energiamerkintä. Sähkötehosta siirrytään sähkön kulutukseen, mutta asiasta puhutaan vain taloudellisesta näkökulmasta. ”Syvennä tietojasi sähköstä”-aukeamalla perehdytään

resistanssin muuttumiseen sekä hohtodiodeihin eli LEDeihin. LED-osiossa kerrotaan niiden käyttävän paljon vähemmän sähköenergiaa kuin perinteiset lamput. [20]

Oppikirjan toiseksi viimeisen aihekokonaisuuden otsikko on ”Energia yhteiskunnassa”. Aihekokonaisuuden toisen luvun aihe on generaattori ja sen toiminta sekä sähkömagneettinen induktio. Luvussa sivutaan kestävään kehitykseen liittyviä asioita, sillä yhdessä kuvatekstissä tuodaan ilmi, että sähkömagneettisella induktiolla tuotetaan sähkövirtaa myös voimalaitoksissa. Luvun leipätekstissä todetaan sama asia ja esimerkkinä kerrotaan tuuli-, vesi-, hiili- sekä ydinvoimalaitos. Luvussa on kuvia induktioilmiön sovelluksista, mutta esimerkiksi induktioliesi vain mainitaan yhtenä sovelluksena ilman, että siitä kerrotaan mitään enempää. [20]

Seuraavassa luvussa siirrytään tarkastelemaan sähköverkkoa. Yhdessä luvun kuvassa on Suomen kartta, johon on merkattu Suomessa sijaitsevat suurimmat voimalaitokset. Näistä kaksi on ydinvoimalaa, seitsemän vesivoimalaa, yksitoista hiiltä käyttävää lämpövoimalaa ja kaksitoista turvetta käyttävää lämpövoimalaa. Tästä oppilas saa jo jonkinlaisen käsityksen, millä tavalla Suomessa tuotetaan energiaa. [20]

Seuraava luku ”Sähköenergiaa tuotetaan voimalaitoksissa” on tutkimuksen kannalta olennainen, sillä siinä lähdetään tarkastelemaan sähköön tuotantoa. Heti ensimmäinen asia leipätekstissä on energialähteiden jako uusiutuviin ja uusiutumattomiin. Leipätekstin lisäksi jaosta on tehty havainnollistava kuva, jonka kuvatekstissä kerrotaan turpeen olevan ongelmallinen sijoitettava kaavioon, sillä vaikka se uusiutuu, niin uusiutuminen on hyvin hidasta. Muut energialähteet on jaoteltu seuraavalla tavalla. Uusiutuvia energialähteitä ovat auringon energia, virtaavan veden energia, tuuli sekä biomassa (puu ja hake). Uusiutumattomia energialähteitä kirjan mukaan ovat ydinenergia sekä fossiiliset polttoaineet (maaöljy, kivihiili ja maakaasu). [20]

Seuraavana tekstissä esitellään voimalaitosten toiminta lyhyesti, minkä jälkeen tarkastellaan vesivoimalaitosta ja sen toimintaa tarkemmin. Näiden jälkeen leipätekstin väliotsikkona on ”Fossiiliset polttoaineet eivät uusiudu”. Tekstikappale lähtee liikkeelle kertomalla mistä maaöljyä ja -kaasua saadaan ja mihin niitä käytetään. Tämän jälkeen siirrytään kivihiiileen, jonka kerrotaan olevan yksi tärkeimmistä energialähteistä maapallolla. Hiilen, kaasun ja öljyn polton sanotaan vapauttavan ilmaan hiilidioksidia, joka nopeuttaa ilmastomuutosta. Sen lisäksi hiilen polton kerrotaan myös aiheuttavan maaperän ja vesistöjen happamoitumista rikin ja typen palamistuotteiden takia. [20]

Seuraavaksi siirrytään käsittelemään ydinvoimaa, jonka seurauksena syntyy vaarallista ydinjätettä. Ydinvoiman hyviä ja huonoja puolia ei tekstissä kuitenkaan sen enempää nosteta esille. Kolme viimeistä väliotsikkoa liittyvät tuulivoimaan, bioenergiaan sekä aurinkopaneeleihin. Leipätekstissä tuulivoima esitellään neutraalisti ilman, että sen hyvyyteen ja huonouteen otetaan millään lailla kantaa. Bioenergian eduksi luetaan pajujen nopeakasvuisuus, joka tekee niistä edullisen viljellä. Toisena etuna kerrotaan se, että hakkeen poltossa vapautuva hiilidioksidi sitoutuu takaisin luontoon puiden kasvaessa. Aurinkopaneelit esitellään ilman, että niidenkään kohdalla sen enempää otetaan kantaa, onko se hyvä vai huono tapa tuottaa sähköenergiaa. [20]

Luvussa on suurikokoinen kaavio, jossa esitellään lyhyesti tuulivoima, vesivoima, ydinvoima, fossiiliset polttoaineet ja biopolttoaineet sekä aurinkovoima. Tässäkin suhtautuminen on neutraalia eikä mitään energiantuotantotapaa hehkuteta ylitse muiden. Kuvatekstissä käy ilmi, että lämpövoimalaitoksissa tuotetaan sähköenergian lisäksi myös lämpöenergiaa, mikä parantaa voimalaitoksen hyötysuhdetta. Luvun viimeisellä sivulla on vielä ympyräkaavio vuodelta 2014 Suomen sähköenergian tuotannon jakautumisesta energialähteittäin. [20]

Luvun tehtävistä kaksi liittyy kestävään kehitykseen. Ensimmäisessä pyydetään yksinkertaisesti vain luettelemaan kolme uusiutuvaa ja kolme uusiutumaton energialähdettä. Toisessa tehtävässä oppilaat pistetään enemmän ajattelemaan asiaa, sillä siinä oppilaan täytyy miettiä, minkä energiamuodon hyödyntämistä pitäisi lisätä ja minkä taas vähentää. Tehtävän viimeisessä kohdassa tulee myös miettiä, mitä keinoja löytyy energiankäytön vähentämiseksi. [20]

Aihekokonaisuuden viimeinen luku käsittelee sähköenergian säästämistä. Luvussa lähdetään liikkeelle siitä, että arkikielessä käytetty sähkön kulumisen on väärin sanottu. Oikeampi ilmaus olisi, että sähköenergia muuntuu energiamuodosta toiseen. Tekstissä mainitaan, että sähköenergian käyttö on kasvanut laitteiden määrän ja teollisuuden energiantarpeen kasvaessa. Luvun ensimmäisellä sivulla on kuvateksti energiatehokkuusluokista. Kuvatekstissä kerrotaan, kuinka A++-energialuokan omaavalla kodinkoneella voi olla A-energialuokkaiseen verrattuna jopa 45% pienempi sähkönkulutus. Luvussa puhutaan myös sähköenergian käytöstä eri aloittain sekä tekstissä että ympyräkaavion avulla. Lisäksi otetaan puheeksi se, että sähköenergian käyttö on lisääntynyt kaikilla eri aloilla. [20]

Sähköenergian säästämistä lähdetään tarkastelemaan hinnan näkökulmasta ja leipätekstin lisäksi yhdessä kuvassa tarkastellaan sähköenergian hinnan nousua. Hinnan kohdalla kerrotaan, että fossiilisilla polttoaineilla tuotettu energia on kalliimpaa kuin vesi- ja ydinvoimalla tuotettu. Yhdessä kuvatekstissä kerrotaan, että energiatehokkailla laitteilla (esimerkiksi energiansäästölamput) pyritään vähentämään kotitalouksien sähköenergian kulutusta. [20]

Seuraavaksi luvussa siirrytään käsittelemään sähköenergian kulutusta kestävä kehityksen näkökulmasta. Jo väliotsikkotasolla kerrotaan sähköenergian tuotannon lisäävän kasvihuonekaasuja. Tämä on kirjan mukaan toinen syy, miksi sähköenergian säästäminen on kannattavaa. Sen lisäksi, että fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää ilmakehän hiilidioksidia, joka aiheuttaa ilmaston lämpenemistä, sähköenergiaa säästämällä voidaan säästää myös energiavaroja. Parhaaksi tavaksi hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen mainitaan kulutuksen vähentäminen, mikä kotona voi tarkoittaa valojen ja turhien sähkölaitteiden sammuttamista. Laitteiden käyttämistä kehoitetaan myös harkitsemaan tarkoin niin kustannusten kuin hiilidioksidipäästöjen näkökulmasta. Energiankäytön vähentämisvinkkinä kerrotaan myös vanhojen kodinkoneiden vaihtaminen uusiin sekä se, että tiski- ja pyykinpesukoneella pestään vain täysiä koneellisia. Lämmityskulujen pienentämisen kerrotaan onnistuvan ilma- ja maalämpöpumppujen avulla. Luvun tehtävissä tulee kestävä kehityksen näkökulma hyvin esille. Ensimmäisessä tehtävässä pitää kertoa kaksi syytä, miksi on tärkeää säästää sähköenergiaa. Toisessa tehtävässä tulee pohtia, miten itse voi säästää sähköenergiaa. [20]

”Syvennä tietojasi”-luku sisältää tietoa alkeismagneeteista ja magnetoitumisesta sekä siitä, että maapallo on suuri magneetti. Kestävä kehityksen näkökulmasta luvun kiinnostavin osio liittyy induktiolieteen. Induktiolieden hyvinä puolina mainitaan sen nopeus sekä pienempi hukkaenergia verrattuna perinteiseen keittolevyyn. Fysiikan mullistavista keksinnöistä perehdytään luvussa tarkemmin myös magneettikuvaukseen, joka nostaa esiin kestävä kehityksen sosiaalista ja kulttuurista ulottuvuutta. Kyseinen ulottuvuus nousee esiin myös yhdessä luvun tehtävistä, jossa täytyy lukea lyhyt artikkeli sähkömagnetismin merkityksestä nyky-yhteiskunnalle sekä kertoa, mitkä arkielämän laitteet perustuvat toiminnaltaan sähkömagnetismiin. Tehtävään liittyvän artikkelin lopussa todetaan, että sähkömagnetismiin perustuu lähestulkoon kaikki moderni teknologia. [20]



Aihekokonaisuus päättyy yhteenveto-sivuun, jossa käsitteistä kestävään kehitykseen liittyen nostetaan esiin uusiutuva ja uusiutumaton energianlähde, sähköenergian tuottaminen sekä sähköenergian säästäminen. Voimalaitos-laatikossa kerrotaan vielä mitkä ovat uusiutuvia ja mitkä uusiutumattomia energianlähteitä. [20]

Oppikirjan viimeinen aihekokonaisuus on otsikoltaan ”Maailmankaikkeuden suuret ja pienet rakenteet”, jonka ensimmäinen luku lähtee liikkeelle aineesta ja säteilystä. Kaikki mitä me havaitsemme, on joko ainetta tai säteilyä. Viimeisin luvun asioista on sähkömagneettisen säteilyn lajit. Luvun asioista mitkään eivät suoranaisesti koske kestävää kehitystä, vaikkakin osa teknologisista keksinnöistä hyödyntääkin sähkömagneettista säteilyä (esimerkiksi kännykkä, radio, wlan-yhteys, tutkat, mikroaaltouuni yms.). Gamma- ja röntgensäteilystä kerrotaan, että niitä hyödynnetään muun muassa lääketieteessä ja tekniikassa. UV-säteilystä taas kerrotaan, että vaikka se onkin välttämätöntä elolliselle luonnolle, niin se voi olla myös haitallista. [20]

Seuraavassa luvussa käsitellään radioaktiivista hajoamista sekä ionisoivaa säteilyä. Luvun asioista tutkimuksen näkökulmasta kiinnostavia ovat röntgensäteily ja yleisesti ionisoivan säteilyn hyödyntäminen lääketieteessä. Röntgensäteilyn lisäksi esiin nostetaan radioaktiivisten isotooppien käyttäminen merkkiaineena sekä ionisoivan säteilyn hyödyntäminen syövän hoidossa. Lääketieteen lisäksi ionisoivaa säteilyä hyödynnetään tekniikassa eli esiin nostetaan fysiikan merkitystä yhteiskunnassa laajemminkin. Tekstissä kerrotaan, kuinka esimerkiksi palovaroitin sisältää alfasäteilylähteen, ja kuinka ionisoivaa säteilyä käytetään laadunvalvonnassa. Luvun tehtävissä tulee esille myös kestävä kehityksen sosiaalinen ja kulttuurinen ulottuvuus, sillä yhdessä tehtävässä käsketään miettimään, miten ionisoivaa säteilyä voidaan hyödyntää. [20]

Seuraavan luvun aiheena on ydinvoima. Luvun johdannossa kerrotaan sen jakavan mielipiteitä. Jotkut pitävät sitä vaarallisena, kun taas ydinvoiman hyvä puoli on, ettei se kiihdytä kasvihuoneilmiötä. Jo heti luvun johdannossa tulee siis kestävä kehityksen näkökulma esille. Luvun leipätekstissä lähdetään liikkeelle esittelemällä fissio ja fuusio. Tämän jälkeen kerrotaan nykyisten ydinvoimalaitosten toimintaperiaate sekä rakenne, ja luvun lopussa on asiaa ydinjätteen varastoinnista. Luvun tehtävät eivät suoraan koske kestävää kehitystä, mutta kahden tehtävän vastaukset saa perusteltua myös kestävä kehityksen näkökulmasta. Ensimmäisessä tehtävässä täytyy miettiä ydinvoimalaitoksen ja turvevoimalaitoksen eroja ja yhtäläisyyksiä. Toisessa tehtävästä tulee selvittää tietolähteiden avulla mitä syitä Suomessa on käytetty ydinvoiman puolustamiseen ja vastustamiseen. [20]

Aihekokonaisuuden neljännessä luvussa aiheena on aurinkokunta. Luvussa lähdetään liikkeelle Auringosta ja siitä, että Auringon energia syntyy fuusioreaktiolla. Tässä kirjassa ei käy missään vaiheessa ilmi, että fuusioreaktio voisi olla tulevaisuuden energialähde myös Maapallolla. Auringon jälkeen luvussa siirrytään käsittelemään planeettoja eikä tässä luvussa ei olekaan mitään kestävään kehitykseen liittyvää asiaa, jos ei oteta huomioon lyhyttä patkää siitä, että maapallon ilmakehä mahdollistaa elämän maapallolla. [20]

Viimeisenä kirjassa olevasta hakemistosta löytyy seuraavat tutkimuksen kannalta kiinnostavat käsitteet: aurinkokenno, aurinkokeräin, bioenergia, energialamppu, hyötysuhde, ilmastonmuutos, kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen, kivihiili, LED, loppusijoitusvarasto, sähköenergian säästäminen, sähköenergian tuottaminen, tuulivoimalaitos, uusiutumattomat energialähteet, uusiutuvat energialähteet sekä vesivoimalaitos. [20]

## 4. Tulokset

Tarkastellaan oppikirjoja keskenään teemoittain niin tekstin kuin taulukoidenkin avulla. Jaetaan kirjoissa käsiteltävät aiheet vertailua varten seitsemään teemaan: maailmankaikkeus; värähdys- ja aaltoliike; lämpö; liike ja voima; liike ja energia; sähkö sekä sähkömagnetismi ja energia.

Lähdetään vertailemaan kirjoja ensimmäisessä teemassa suuresta mittakaavasta kohti pienempää eli maailmankaikkeuden ja aurinkokunnan kautta kohti aineen rakennetta. Tämän jälkeen tarkastellaan säteilyä ja radioaktiivisuutta sekä ydinreaktioita. Viimeisenä aiheena tarkastellaan kirjoista lukuja, jotka puhuvat fysiikasta ja sen tutkimusaiheista yleisesti.

Maailmankaikkeudesta ja aurinkokunnasta puhuttaessa jokaisessa oppikirjoista nostetaan esille Maan ilmakehän suojaavan Maapalloa ja tasaavan lämpötilanvaihteluita. Ilmiössä ja FyKessä kerrotaan suoraan ilmakehän mahdollistavan elämän maapallolla, mutta Titaanissa todetaan sen vain suojaavan maata ja suodattavan haitallisen säteilyn.

Jokaisessa oppikirjoista kerrotaan sähkömagneettisesta säteilystä puhuttaessa, että sitä pystytään hyödyntämään sekä lääketieteessä että teollisuudessa. Tämän lisäksi lääketiede nousee Ilmiössä ja FyKessä esille myös radioaktiivisten isotooppien kohdalla, joissa niiden käyttäminen merkkiaineena on mainittu. UV-säteilyn kohdalla Titaani on ainoa kirja, jossa nousee esille otsonikerroksen

ohentuminen, ja sitä kautta lisääntynyt altistuminen UV-säteilylle. Jokaisessa oppikirjassa esitellään säteilyn haitat ja siltä suojautuminen ihmisen näkökulmasta, joten tässäkin nousee esille vain kestävän kehityksen sosiaalinen ulottuvuus.

Titaani ja FyKe pitävät sisällään erilliset luvut ydinreaktioista, mutta Ilmiöstä tällaista lukua ei löydy. Titaanissa ja FyKessä esitellään sekä fissio että fuusio, mutta vain Titaanissa kerrotaan, että fuusiovoiman hyödyntäminen ratkaisisi energiaongelmat pysyvästi. Fissiosta ja yleisesti ydinvoimasta puhuttaessa sekä Titaanissa että FyKessä nousee esille, että ydinvoima jakaa mielipiteitä. Asia tulee FyKessä esille, kun kerrotaan joidenkin pitävän ydinvoimaa vaarallisena, mutta hyvänä puolena nähdään se, ettei se kiihdytä kasvihuoneilmiötä. Titaanissa aiheesta on tehtävä väittelyn muodossa sekä tehtävä, jossa pitää arvioida ydinvoiman vahvuuksia ja heikkouksia sekä mahdollisuuksia ja uhkia. Myös FyKestä löytyy tehtävä, jossa tulee ottaa selvää, millä argumenteilla ydinvoimaa on puolustettu sekä vastustettu Suomessa. Molemmissa kirjoissa nostetaan esille ydinjäte ja sen varastoiminen turvallisesti. Titaanissa nostetaan myös ympäristönäkökulma esille. Siinä kerrotaan radioaktiivisia aineita käsiteltävän siten, ettei niitä joudu ympäristöön, minkä takia ympäristöstä otetaan myös aika-ajoin näytteitä.

Viimeisenä vertailtavana kohteena tähän teemaan liittyen kirjoista ovat luvut, joissa puhutaan fysiikasta yleisellä tasolla. Lukujen määrä kirjoissa vaihtelee suuresti: Ilmiössä on lukuja aiheesta kolme, Titaanissa viisi ja FyKessä vain johdantoluku. Näiden lukujen tarkoitus on selkeästi herättää kiinnostus fysiikkaa kohtaan sekä tähdentää sen merkitys yhteiskunnan kannalta. Jokaisessa kirjassa korostetaan fysiikan merkitystä muun muassa esittelemällä teknologiaa ja sovellutuksia, missä fysiikkaa hyödynnetään, ja joita ei olisi edes keksitty ilman fysiikkaa. Kestävän kehityksen ekologinen ulottuvuus jää kirjoissa hieman vähemmälle, mutta sosiaalinen ulottuvuus on hyvin edustettuna.

Ilmiössä kerrotaan, kuinka Auringon energiaa pystytään hyödyntämään aurinkopaneelien avulla sekä tuulen energiaa tuulivoimaloilla. Myös Titaanissa nostetaan esiin Aurinkoenergian hyödyntäminen sekä se, että fysiikka mahdollistaa yhä taloudellisempien, tehokkaampien, mutta myös ympäristöystävällisempien teknologisten sovellusten kehittämisen. Titaanissa kerrotaan, että transistorit ja ledit kuluttavat vähemmän energiaa kuin elektroniputki sekä hehkulamput ja loisteputket. LEDeistä kerrotaan myös, että ne ovat pitkäikäisempiä hehkulamppuihin ja loisteputkiin verrattuna. Titaanissa yksi ekstra-osio on omistettu nanoteknologialle, jonka yhteydessä mainitaan, että sen avulla odotetaan löytyvän ratkaisuja ympäristöongelmiin. FyKessä

kerrotaan fysiikalla olevan paikkansa ympäristötutkimuksessa ja energiantuotannossa. *FyKe* on myös ainoa kirja, jossa tässä vaiheessa nostetaan esille ilmaston lämpeneminen.

Sekä *Ilmiössä* että *Titaanissa* nousee nanoteknologian kohdalla esille kestävän kehityksen sosiaalinen näkökulma, sillä molemmissa kerrotaan nanoteknologian tulevaisuudesta lääketieteessä. *Ilmiössä* puhutaan myös nanokuiduista, jotka vaatteissa käytettynä suojaavat UV-säteilyltä.

*Ilmiössä* korostetaan fysiikan merkitystä kaikessa kehityksessä ja siinä sanotaan fysiikan keksintöjen lisänneen ihmiskunnan hyvinvointia ja parantaneen elintasoja. Tärkeimpien sovellutuksien sanotaan liittyvän energiantuotantoon, liikkumiseen, tietoliikenteeseen ja erilaisiin terveydenhuollon teknologioihin. Samalla linjalla jatketaan myös *Titaanissa*, jossa korostetaan fysiikan merkitystä keksinnöissä. Teknologisille sovellutuksille on kirjassa oma lukunsa, jonka tiivistelmässä todetaan, että teknologiaa hyödynnetään yhteiskunnan kehittämisessä. Sama asia tulee ilmi *FyKessä*: fysiikalla on ollut suuri rooli uusien asioiden ja erityisesti teknologian kehittämisessä, minkä lisäksi fysiikkaa tarvitaan myös esimerkiksi lääketieteessä. *FyKessä* mainitaan myös, että fysiikka on osaltaan vaikuttanut hyvinvointiin, eli tässäkin tulee kestävän kehityksen sosiaalinen ulottuvuus esille.

Taulukko 1. Kestävän kehityksen aiheet oppikirjoissa teemassa ”Maailmankaikkeus”.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Ilmakehä suojaa maapalloa ja tasaa lämpötilan vaihtelut.	x	x	x
Ilmakehä mahdollistaa elämän maapallolla.	x		x
Ilmakehä suodattaa haitallisen säteilyn.		x	
Sähkömagneettisen säteilyn hyödyntäminen lääketieteessä sekä teollisuudessa.	x	x	x
Radioaktiiviset isotoopit merkkiaineena.	x		x
Otsonikerroksen ohentuminen.		x	
Fuusiovoima pysyvä ratkaisu energiaongelmiin.		x	
Ydinvoima ei kiihdytä kasvihuoneilmiötä.			x
Ydinjätteen turvallinen varastointi.	*	x	x
Ympäristönäytteet radioaktiivisen aineen varalta.		x	
Aurinkoenergian hyödyntäminen.	x	x	
Tuulivoimalat.	x		
Transistorit parempia kuin elektroniputki.		x	
Ledit parempia kuin hehkulamput ja loisteputket.		x	
Nanoteknologian tulevaisuus lääketieteessä.	x	x	
Ilmaston lämpeneminen.			x
Fysiikalla suuri rooli eri keksinnöissä nyt ja tulevaisuudessa.	x	x	x

\* = tulee esille muussa yhteydessä

Ensimmäisen teeman valossa ei voida sanoa, että joku kirjoista onnistuisi kestävän kehityksen näkökulmasta paljon paremmin kuin toiset. Kirjat sisältävät pääosin samat asiat, vaikka painotukset ja etenemisjärjestykset eroavat toisistaan. Titaanin eduksi voidaan katsoa se, että siinä on lukujen lopussa ekstra-osiot, jotka tässäkin kokonaisuudessa sisälsivät paljon asiaa kestävän kehityksen teemaan liittyen (LEDit sekä nanoteknologia). Näistä osioista huolimatta tietomäärältään Titaani ei ole ylitse muiden eli muissa kirjoissa lähes samat asiat on saatu kerrottua leipätekstissä. Taulukosta nähdään, että Titaanissa on eniten kestävän kehityksen asioita, mutta esimerkiksi transistorit ovat pelkkää nippelitietoa, joka ei varmasti jää pitkäksi aikaa oppilaiden mieleen. On järkevämpää tarkastella suuria kokonaisuuksia ja linjoja, jolloin ei pidä antaa pienille yksityiskohdille liian suurta merkitystä tai painoarvoa.

Toisen teeman aiheena on aalto- ja värähdysliike. Äänestä puhuttaessa jokaisessa oppikirjassa nostetaan esille kestävän kehityksen sosiaalinen näkökulma ultraäänen kohdalla, sillä jokaisessa kirjassa kerrotaan sen hyödyntämisestä lääketieteessä. Jokaisessa kirjassa puhutaan myös melusta ja siltä suojautumisesta. Oppikirjoista jokainen sisältää myös tehtäviä sekä ultraääneen että meluun liittyen.

Seuraava aihe on valo. Toisin kuin FyKessä, Ilmiössä ja Titaanissa esitellään erilaisia valonlähteitä. Ilmiössä mainitaan loisteputket, halogeenilamput sekä LED-valot ja Titaanissa Aurinko, lamppu sekä kynttilän liekki. Mainitsemisen lisäksi eri valonlähteiden ominaisuuksia ei kerrota, joten kestävän kehityksen näkökulma ei nouse esille, vaikka sen olisi tässä vaiheessa voinut mainita. Titaanista löytyy ekstra-osio lampuista, jossa puhutaan energiatehokkuusluokista. Energiatehokkuusluokan sanotaan kertovan sen, kuinka hyvin lampun energia kuluu valaisemiseen. Yksi kestävän kehityksen sosiaalista ulottuvuutta sivuava aihe, joka jokaisessa kirjassa nousee esille, on valokuidut ja -kaapelit, joita voidaan hyödyntää lääketieteessä sekä tiedonsiirrossa.

Taulukko 2. Kestävän kehityksen aiheet oppikirjoissa teemassa ”Aalto ja värähdysliike”.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Ultraäänen hyödyntäminen lääketieteessä.	x	x	x
Melu ja siltä suojautuminen.	x	x	x
Energiatehokkuusluokat.	*	x	*
Valokuitujen ja -kaapelien hyödyntäminen lääketieteessä ja tiedonsiirrossa.	x	x	x

\* = tulee esille muussa yhteydessä

Tässäkään teemassa oppikirjat eivät eroa tiedollisesti toisistaan. Vaikka Titaanissa on ekstra-osiossa asiaa kestävään kehitykseen liittyen, sama asia on muissa kirjoissa saatu sisällytettyä leipätekstiin ja kuvateksteihin. Titaani on ainoa, jossa tässä kohdassa nostetaan esille energiatehokkuusluokat, mutta asia tulee puheeksi Ilmiössä ja FyKessä muussa yhteydessä.

Kolmas teema liittyy lämpöön. Kirjoissa käsiteltävät asiat pitävät sisällään muun muassa lämpötilan ja lämpöenergian, lämpölaajenemisen, olomuodon muutokset sekä lämmön siirtymistavat. Tässä teemassa Ilmiössä energian säästäminen nousee esille yhden lauseen verran, kun todetaan, että jääkaapin ja pakastimen lämpötilasuosituksia kannattaa noudattaa energian säästämiseksi. Tämän lisäksi Ilmiössä energian muuntumisessa muodosta toiseen käytetään esimerkkinä tuulen energian muuntuminen sähköksi tuulivoimalassa. Tämä ei suoranaisesti liity kestävään kehitykseen, mutta ainakin esimerkkinä on käytetty kestävää sähköntuotantotapaa. Titaanissa kerrotaan, että lämmön siirtymistä talosta ulkoilmaan voidaan vähentää eristämällä. Tätäkin voidaan pitää neuvona energian säästämiseksi.

Lämpöopin kohdalla kestävä kehityksen aiheet nousivat niin vähän esille, ettei ole mielekästä edes analysoida, mikä kirjoista onnistui parhaiten ja mikä huonoiten. FyKessä kestävä kehityksen asiaa ei ollut, mutta Ilmiössä ja Titaanissakaan asiaa ei ollut niin paljon, että niiden voitaisiin katsoa onnistuneen yhtään sen paremmin.

Neljännessä teemassa aiheena on liike ja voima, jossa tasaisen ja muuttuvan liikkeen kautta päästään vuorovaikutuksiin ja voimiin sekä lopuksi vielä paineeseen. Tämän teeman aihepiireissä Titaanissa ja FyKessä ei nouse esiin mitään tutkimuksen kannalta olennaisia asioita. Ilmiöstä löytyy kuvateksti, jossa sanotaan junalla, bussilla ja metrolla matkustamisen kuluttavan vähemmän energiaa yksityisautoiluun verrattuna. Kestävä kehityksen ekologinen näkökulma nousee myös toisessa kuvassa esille. Siinä kerrotaan pyöräilyn päästöttömyydestä ja ympäristöystävällisyydestä. Lisäksi yhdessä luvun tehtävässä tulee laskea henkilöauton hiilidioksidipäästöjen suuruus tietyllä matkalla.

Tässäkin teemassa asiaa kestävä kehityksen aiheista oli hyvin vähän: FyKe ja Titaani jäivät kokonaan ilman tutkimuksen kannalta kiinnostavia asioita, mutta Ilmiössä asiaa on liikenteeseen liittyen. Tämän teeman valossa Ilmiö onnistuukin parhaiten.

Viidennen teeman aiheena ovat energia, työ ja teho. Tässä teemassa energian kohdalla Ilmiössä puhutaan tuuli- ja vesivoimasta ja niiden hyödyntämisestä sähköntuotannossa. Kestävän kehityksen aiheet sellaisenaan eivät nouse esille, mutta esimerkkeinä on käytetty uusiutuvia energialähteitä. Myös FyKessä puhutaan samoista asioista, mutta tuulen ja veden liike-energian kerrotaan olevan päästötöntä energiaa eli nyt kestävä kehitys nousee oikeasti esiin.

Titaanissa luku energiasta on hitusen erilainen kuin Ilmiössä ja FyKessä. Titaanissa puhutaan myös energian muuntumisesta ja edetään hyötysuhteeseen asti. Luvussa kerrotaan sähkön kulutuksen mittaamisesta ja kuinka laitteissa on energiamerkintä, jonka avulla kuluttajat osaavat ostaa ympäristöystävällisiä ja vähän energiaa käyttäviä laitteita. Yhteen kuvaan on koottu junan, rekka-auton, henkilöauton ja kahden lampun hyötysuhteet.

Hyötysuhteista puhutaan myös Ilmiössä ja FyKessä. FyKessä hyötysuhteesta puhutaan vain taloudellisuuden näkökulmasta, kun sen kerrotaan olevan taloudellisuuden mittari. FyKessä tuodaan Ilmiöön ja Titaaniin verrattuna kuitenkin mukaan jotain uutta, sillä siinä kerrotaan energiasäästölampujen ja LEDien suosion syyksi niiden hyvät hyötysuhteet. FyKessä puhutaan myös autojen hyötysuhteista. Hybridi- ja sähköautoista on sanottu, että ne hyödyntävät uusinta tekniikkaa, mutta ympäristönäkökulmaa ei oteta huomioon.

Taulukko 3. Kestävän kehityksen aiheet oppikirjoissa teemassa ”Liike ja energia”.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Tuuli- ja vesivoima.	x		x
Sähkön kulutuksen mittaaminen.		x	
Laitteiden energiamerkintä.		x	
Eri laitteiden hyötysuhteet.	x	x	x
Hehkulampun hyötysuhde vain 5%.	x	x	
Energiasäästölampun ja LEDin hyvä hyötysuhde.			x
Dieselmoottorin suuret hiilidioksidipäästöt.			x
Hybridi- ja sähköautot hyödyntävät uusinta teknologiaa.			x

Kestävän kehityksen asiaa tässä teemassa ei löytynyt muualta kuin hyötysuhteen kohdalta ja siinäkin ympäristöasiat jäivät taka-alalle. Jokaisessa kirjassa kerrottiin hyötysuhteista, mutta asiaa ei avattu yhtään ympäristön näkökulmasta. FyKessä eri esimerkkejä oli monipuolisimmin, ja siinä nousi eniten myös kestävä kehityksen näkökulma esille. Talous on myös yksi kestävä kehityksen ulottuvuus, joten voidaan todeta, että FyKessä tuotiin tässä teemassa esille sekä taloudellista että ekologista ulottuvuutta.

Kuudennen teeman aiheena on sähkö. Teeman aiheita ovat muun muassa sähkövaraus, jännite, virta, resistanssi, virtapiirit ja kytkennät, sähköteho, sähköenergia ja sähköturvallisuus.

Ensimmäisenä kirjoissa käsitellään sähkövarausta, jännitettä, virtaa sekä resistanssia. Jokaisessa kirjassa nostetaan esille paristo ja akku, mutta näiden vertailua ei tehdä ympäristön näkökulmasta. Ilmiössä ja FyKessä kerrotaan, että paristot ovat ongelmajätettä, jotka tulee kierrättää. Titaanissa ei kerrota kyseistä asiaa, mutta siinä otetaan esille, että sähköautossa käytetään voimanlähteenä akkuja. Titaanissa esitellään myös suprajohde. FyKessä puhutaan myös LEDeistä ja siitä, että ne ovat korvanneet hehkulamput hyötysuhteensa ansiosta.

Sähkötehon ja energian kulutuksen yhteydessä energian säästämistä käsitellään kirjoissa enemmänkin kustannusten näkökulmasta. Ilmiössä luvun johdattelukysymyksissä sekä mittaus- ja tutkimustehtävissä herätellään oppilasta miettimään energiankulutusta ja käyttökustannuksia, mutta ympäristönäkökulma ei nouse esille. Titaanista ja Ilmiöstä löytyy samanlainen energiamittarilla tehtävä energiankulutus-mittaus.

LEDeistä kerrotaan Ilmiössä ja FyKessä. Ilmiössä on yhdellä johdanto-sivulla kysymys, miksi liikennevaloissa käytetään enenevissä määrin LED-lamppuja. Lisäksi Ilmiössä todetaan yhden kuvatekstin verran, että LEDit ovat yleisesti käytössä kotien valaisemisessa. FyKessä todetaan LED-lamppujen käyttävän paljon vähemmän sähköenergiaa kuin perinteiset lamput. Ilmiössä ja FyKessä nostetaan tämän teeman kohdalla myös puheeksi energialuokat ja energiamerkintä, kun Titaanissa asia käsiteltiin jo aiemmin.

Kuten aiemmin todettiin, kirjoissa lähestytään energiankulutusta enemmänkin taloudellisesta näkökulmasta. Se on harmi, sillä aivan yhtä hyvin tässä yhteydessä olisi voitu tuoda ilmi, että energian säästäminen on myös ympäristöteko. Onneksi kirjoissa tuodaan kuitenkin esille, että energiaa kannattaa säästää, joten vaikka se tapahtuisikin vain taloudellisista syistä, oppilaat tulevat samalla myös ajatelleeksi ympäristöä sekä kestävää tulevaisuutta.



Taulukko 4. Kestävän kehityksen aiheet oppikirjoissa teemassa ”Sähkö”.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Paristot ja akut.	x	x	x
Paristot ongelmajätettä ja tulee kierrättää.	x		x
Sähköautossa akkuja.		x	
Suprajohde tulevaisuuden innovaatio.		x	
LEDit korvanneet hehkulamput hyötysuhteen takia.			x
Energiamittarilla mitattava energiankulutus.	x	x	
Yleistä LEDeistä.	x		x
Energialuokat ja energiamerkintä.	x		x
Energiaa kannattaa säästää.	x	x	x
Henkilökohtainen vastuu sähkönkulutuksen pienentämisessä.	x		

Kestävän kehityksen aiheita ei tässä teemassa nosteta kirjoissa suoraan esille, mutta aihe on sellainen, että se kulkee mukana muiden asioiden rinnalla. Tässäkään teemassa ei voi sanoa, että joku kirjoista olisi ylitse muiden, vaan kirjoissa käsitellään tutkimuksen valossa kiinnostavia asioita yhtä suppeasti.

Seitsemänteen teemaan ”Sähkömagnetismi ja energia” kuuluu kirjoista aiheet magnetismi, sähkömagneettinen induktio sekä sähkön tuotanto, siirto ja säästäminen. Näiden lisäksi puhutaan energiasta ja sen tuotannosta. Kestävä kehitys ja ilmastonmuutos nousevat sellaisenaan esille tässä teemassa.

Yleisesti magneeteista ja magnetismista puhuttaessa Ilmiössä ja Titaanissa tuodaan esille fysiikan mahdollistamia keksintöjä. Ilmiössä kestävän kehityksen ulottuvuuksista nousee esille sosiaalinen ulottuvuus, sillä kirjassa otetaan puheeksi magneettikuvaus. Titaanissa on ainoana kirjana kuvateksti neodyymimagneeteista, joiden avulla koneista ja laitteista saadaan tehokkaampia. Ilmiöstä löytyy asiaa sähköauton moottorin toiminnasta, vaikkakaan ympäristönäkökulma ei tule ilmi millään tasolla. FyKessä magneettikuvaus sekä sähkömagnetismin merkitys nyky-yhteiskunnalle nostetaan esiin ”Syvennä tietojasi”-luvussa. Kyseisen luvun lopussa FyKessä on tehtävä, jossa pitää lukea lyhyt artikkeli. Tämä artikkeli loppuu toteamukseen, että lähes kaikki moderni teknologia perustuu sähkömagnetismiin.

Ilmiössä ja FyKessä puhutaan sähkömagneettisen induktion yhteydessä induktioliedestä, Titaanissa siitä ei ole mainintaa. Ilmiössä tuodaan ansiokkaasti ilmi, että induktioliesi säästää energiaa perinteiseen sähkölevyyn verrattuna, mutta FyKen luvussa esitellään induktioliesi vain

sähkömagneettisen induktion sovelluksena. ”Syvennä tietojasi”-luvussa jatketaan FyKessä kuitenkin aiheesta, ja siinä nostetaan induktioliedestä myös kestävän kehityksen näkökulma esille. Luvussa kerrotaan induktiolieden olevan nopea sekä perinteiseen keittolevyyn verrattuna siinä kerrotaan syntyvän vähemmän hukkaenergiaa. Ilmiössä on tehtävä, jossa pitää internetin avulla perehtyä induktiolieden toimintaan.

Jokaisessa oppikirjassa nostetaan sähkömagneettisen induktion yhteydessä puheeksi uusiutuvat energialähteet kuten tuuli- ja vesivoima. Ilmiössä kerrotaan, että vesivoimassa hyödynnetään sähkömagneettista induktiota, Titaanissa esimerkkinä käytetään tuulivoimalaa ja FyKessä kerrotaan yleisemmin, että sähkömagneettista induktiota hyödynnetään sähkövirran tuottamisessa voimalaitoksissa. Esimerkkeinä FyKessä kerrotaan tuuli-, vesi-, hiili- sekä ydinvoimalaitos. Myöhemmin Titaanissa nostetaan tuulivoiman lisäksi voimalaitosten hyödyntämiksi energialähteiksi vesi, kivihiihi, maakaasu, puu, turve sekä ydinvoima.

Taulukko 5. Kestävän kehityksen aiheet magnetismin ja sähkömagneettisen induktion yhteydessä.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Magneettikuvaus.	x	x	x
Neodyymimagneetit.		x	
Sähköauto.	x		
Induktioliesi.	x		x
Sähkömagneettista induktiota hyödynnetään voimalaitoksissa.	x	x	x

Tarkastellaan seuraavaksi kirjoista lukuja, joissa puhutaan sähkön tuottamisesta, kulutuksesta, siirrosta ja säästämisestä. Edetään järjestyksessä, jossa ensin vertaillaan kirjoja sähkön siirron osalta, sitten kulutuksen ja tuotannon osalta ja viimeisemmäksi analysoidaan sähkön säästämisen esiintyminen kirjoissa.

Jokaisessa kirjassa puhutaan siitä, että sähkön siirrossa käytetään suurjännitettä, jotta energiaa menee mahdollisimman vähän hukkaan lämpönä siirron aikana. Ilmiössä ja FyKessä on kuva Suomen sähköverkosta ja FyKessä kuvaan on merkitty myös suurimmat voimalaitokset. Tästä oppilas näkee jo suurimpien voimalaitosten perusteella, että millä tavalla Suomessa tuotetaan sähköä.

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan yleisesti sähkönkulutusta sekä sähkön tuotantoa. Ilmiössä sähkön tuotannon kohdalla ensimmäisenä asiana nostetaan esille sähkönkulutus. Kirjassa kerrotaan, että kotien sähkölaitteiden määrä on lisääntynyt ja sen myötä myös sähkönkulutus on

lisääntynyt siitä huolimatta, että uudet laitteet ovat energiatehokkaampia. Samasta aiheesta puhutaan myös FyKessä sähkön säästämisen yhteydessä, mutta tässä kirjassa laitteiden määrän lisääntymisen lisäksi mainitaan, että myös teollisuuden energiankulutus on koko ajan kasvanut. FyKessä puhutaan energiatehokkuusluokista ja annetaan konkreettinen esimerkki siitä, kuinka uudet laitteet todella ovat energiatehokkaampia: A++-energialuokaisen kodinkoneen sähkön kulutus voi olla jopa 45% pienempi verrattuna kodinkoneeseen, jonka energialuokka on A.

Ilmiöstä ja FyKestä löytyy ympyräkaaviot, joista käy ilmi sähkönkulutus Suomessa sektoreittain. Näitä sektoreita ovat koti- ja maataloudet, palvelut ja julkinen sektori sekä teollisuus ja rakentaminen. Ympyräkaavioista huomataan, että teollisuus ja rakentaminen kuluttavat eniten energiaa, ja palvelut ja julkinen sektori vähiten. FyKessä sanotaan, että sähköenergian käyttö kaikilla alueilla on koko ajan kasvanut. Ilmiössä on eri yhteydessä (luvussa energian tuotanto) vuodelta 2014 ympyräkaaviot energian kokonaiskulutuksesta Suomessa energialähteittäin sekä energian loppukäytön jakaantumisesta sektoreittain. Sama kokonaiskulutuksen ympyräkaavio löytyy myös Titaanista, mutta sen tiedot ovat vuodelta 2015.

Ilmiössä nostetaan erikseen puheeksi liikenne ja sen energiankulutus. Liikenteestäkin syntyy monenlaisia päästöjä, kuten typen oksideja, hiilimonoksidia sekä hiilivetyjä. Energiankulutusta liikenteessä pyritään Ilmiön mukaan vähentämään kehittämällä uusia ja parempia moottoreita, jotka kuluttavat vähemmän polttoainetta. Päästöjen pienentäminen onnistuu myös polttoaineita kehittämällä. Yhdeksi liikenteen haittavaikutusten vähentäjäksi sanotaan myös yleistyvät sähköautot sekä julkisten liikennevälineiden käyttäminen. Titaanissa ja FyKessä ei liikenteen energiakulutukseen oteta kantaa.

Titaanissa ja FyKessä nousee esille termi nollaenergiatalo. Titaanissa on tehtävä, jossa tulee perehtyä nollaenergiataloon, kun taas FyKessä on aiheesta esimerkki. Siinä kerrotaan muun muassa, että nollaenergiatalo tuottaa yhtä paljon energiaa kuin käyttää. Sen lämmittämiseen käytetään kaikki hukkalämpö, joka syntyy koneista ja ihmisistä. Lisäksi lämmittämiseen käytetään aurinkokeräimiä ja -kennoja. Taloista yleisesti puhuttaessa FyKessä puhutaan vielä eristämisen tärkeydestä ja siitä, että yleisimmät lämmitystavat ovat sähkö, öljy ja puu.

Edetään nyt sähkön tuotantoon yleisellä tasolla. Ilmiössä ja FyKessä on ympyräkaavio Suomen sähköntuotannossa käytetyistä energialähteistä. Ilmiössä kaavio on vuoden 2013 tiedoista ja FyKessä vuoden 2014 tiedoista. Ilmiön tekstissä mainitaan vielä erikseen, että on tärkeää lisätä

uusiutuvien energialähteiden käyttöä, koska uusiutumattomat energialähteet vähenevät koko ajan käytön myötä. Energialähteiden riittävyyttä voidaan kirjan mukaan jatkaa myös säästämällä energiaa.

Ilmiössä kerrotaan, että energiantuotannossa voimalaitoksissa syntyy päästöjä sekä ilmaan että vesistöihin, mutta haittana on myös melu sekä kiinteä jäte. Kirjassa jatketaan, että energiantuotannon haittavaikutuksiin kuuluvat myös ilmastonmuutos, ympäristön happamoituminen sekä luonnonvarojen ja biodiversiteetin väheneminen. Kuten edeltä nähdään, Ilmiössä voimalaitosten jäte nähdään ongelmana, mutta Titaanissa kerrotaan, että energijätteen poltto vähentää kaatopaikoille päätyvää jätettä. Lisäksi jätettä käytetään entistä enemmän myös lämmön ja sähkön tuotannossa. FyKessä jätteisiin liittyen kerrotaan bakteereista, jotka hajottavat kaatopaikan orgaanista jätettä ja eläinten lantaa, tuottaen samalla metaania, jota voidaan käyttää polttoaineena.

Ilmiössä esitellään lämpövoimalaitoksen ja ydinvoimalaitoksen toiminnot lyhyesti: ydinvoimalaitoksen kohdalla mainitaan, että ne tuottavat vain sähköä, eli syntynyttä lämpöä ei hyödynnetä. Ilmiössä sanotaankin, että lauhdevoimalaitoksen (= lämpövoimalaitos, jossa tuotetaan vain sähköä), hyötysuhde on korkeimmillaan 60% ja ydinvoimalaitoksen hyötysuhde on vain noin 35%. Jos voimalaitoksessa tuotetaan sekä lämpöä että sähköä, sen hyötysuhde voi nousta jopa 80-90 %:iin. Titaanissa pelkästään sähköä tuottavan voimalaitoksen hyötysuhteen kerrotaan olevan enimmillään 45% ja sähköä ja lämpöä tuottaville voimalaitoksille hyötysuhteeksi sanotaan jopa 90%. FyKessä mainitaan lämpövoimalaitos, mutta sen hyötysuhdetta ei kerrota. Hyötysuhteista ei muutenkaan ole puhetta FyKessä, paitsi yhdessä kuvatekstissä, jossa kerrotaan voimalaitoksen hyötysuhteen paranevan, jos siellä tuotetaan sähkön lisäksi myös lämpöenergiaa.

Ilmiössä on mielenkiintoinen kuvateksti, jonka voidaan katsoa liittyvän tutkimuksen aiheeseen. Siinä vertaillaan hiilen ja uraanin tarvetta, jotta saadaan sähkö vuodeksi nelihenkiselle perheelle (n. 20 000 kWh). Tähän hiiltä tarvitaan jopa 7000 kg, kun uraania tarvitaan vain 5-6 kpl 10 gramman polttoaineenappia. Ydinvoimalaitoksista nostetaan Ilmiössä vielä kestävään kehitykseen liittyen esille voimalaitosjäte, joka pitää varastoida niin, ettei siitä aiheudu haittaa ympäristölle. Sama asia tulee ilmi myös FyKessä ja Titaanissa.

Ilmiössä yhtenä väliotsikkona on ”fuusiovoimalaitos”. Ilmiössä todetaan, että fuusiota ei vielä osata hyödyntää, mutta sitä pidetään yhtenä tärkeänä sähköntuotantomuotona tulevaisuudessa. Ilmiössä sanotaan myös, että energiaa tulee pystyä tuottamaan riittävästi ja kohtuulliseen hintaan. Lisäksi sen pitää tapahtua ympäristöä säästäen, jolloin suurimmat toiveet kohdistuvatkin juurikin fuusioenergiaan.

Taulukko 6. Kestävän kehityksen aiheet sähkön siirron, kulutuksen ja tuotannon yhteydessä.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Suurjännite sähkön siirrossa, jotta pienemmät lämpöhäviöt.	x	x	x
Sähkönkulutus lisääntynyt.	x		x
Uudet laitteet energiatehokkaampia.	x		x
Energiatehokkuusluokat.			x
Kaavio: sähkönkulutus Suomessa sektoreittain.	x		x
Kaavio: energian kokonaiskulutus Suomessa energialähteittäin.	x	x	
Kaavio: energian loppukäytön jakaantuminen sektoreittain.	x		
Liikenteen energiankulutus ja päästöt.	x		
Nollaenergiatalo.		x	x
Kaavio: Suomen sähköntuotannossa käytetyt energialähteet.	x		x
Energiantuotannon haittavaikutukset yleisesti.	x		
Jätteiden hyödyntäminen.		x	x
Voimalaitosten hyötysuhteet.	x	x	x
Energialähteiden vertailu (kuinka paljon tarvitaan, jotta saadaan sama määrä energiaa).	x		
Ydinvoiman voimalaitosjätteen vaarallisuus.	x	x	x
Fuusio tulevaisuuden sähköntuotantomuoto.	x		

Sähkön säästäminen tulee puheeksi jokaisessa kirjassa ja Ilmiössä on oma väliotsikkonsa aiheesta. Kyseisessä tekstikappaleessa lähdetään liikkeelle jokaisen henkilökohtaisesta vastuusta: me itse vaikutamme oleellisesti kotimme sähkönkulutukseen. Sen lisäksi, että sähkön säästäminen pienentää sähkölaskua, niin se säästää myös energiavaroja. Ilmiön mukaan fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää ilmakehän hiilidioksidia, ja oman kulutuksen vähentäminen on hyvä tapa pienentää päästöjä ja ehkäistä ilmaston lämpenemistä. Sähkönsäästövinkeistä kirjaan on kerätty vielä erillinen laatikko, jossa on seitsemän vinkkiä sähkön säästämiseen. Vielä sivun alalaidan kuvatekstissä muistutetaan, että jo pienillä teoilla on merkitystä. Myös Titaanissa on oma väliotsikkonsa sähkön säästämisestä ja se on ytimekkäästi käskyn muodossa ”Vältä tarpeetonta sähkön käyttöä!”. Titaanissa nostetaan myös henkilökohtainen vastuu kantavaksi teemaksi: pienillä

muutoksillakin on merkitystä ja jo pienillä teoilla ja asennemuutoksella voi säästää sekä rahaa että luontoa.

Kun Ilmiössä ja Titaanissa on vain pienet väliotsikot sähkön säästämisestä, niin FyKessä on oma lukunsa aiheesta. Kirjassa lähdetään liikkeelle hinnan näkökulmasta, mutta pian päästään samaan asiaan kuin Ilmiössä. Sähköä kannattaa säästää myös ympäristön takia, sillä sähköä tuotetaan myös fossiilisilla polttoaineilla. Fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää kasvihuonekaasuja, kuten hiilidioksidia, mikä taas aiheuttaa ilmaston lämpenemistä. Sähköenergian säästämisen kerrotaankin säästävän myös luonnonvaroja, ja paras tapa vähentää hiilidioksidipäästöjä ja säästää sähköenergiaa on FyKen mukaan kulutuksen vähentäminen. Taulukkoon 8 on koottu oppikirjoissa esiintyvät vinkit sähkön säästämiseksi.

Sähkön ja energian säästäminen käsitellään Ilmiössä eri kohdissa, ja kirjassa tuodaankin energian säästämisen yhteydessä esille, että on olemassa sekä välitöntä että välillistä energiankulutusta. Sen lisäksi, että käytämme energiaa välittömästi muun muassa talojen lämmitykseen ja valaisemiseen niin käytämme energiaa välillisesti ostaessamme palveluita ja tuotteita. Tämä välillinen energiankulutus on myös vastuullamme. Voimme vaikuttaa omilla energiankäyttötavoillamme, ja säästää sekä rahaa että luontoa. Uusia laitteita ostaessa onkin tärkeää perehtyä sen energiankulutukseen. Tekstin lopussa on vielä kaksi ympyräkaaviota: toisessa havainnollistetaan sähkön käytön jakautumista perheessä ja toinen ympyräkaavio koskee veden kulutusta, jossa kuvateksti kertoo vielä, että jopa 20% perheiden energiankulutuksesta menee veden lämmittämiseen.

Taulukko 7. Sähkönsäästövinkeistä oppikirjoissa kokonaisuudessa ”Sähkön ja energian säästäminen”.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Sammuta laitteista virta, kun et käytä niitä.	x		x
Sammuta valot.	x		x
Säädä lattianlämmitys oikein.	x		
Käytä energiatehokkaita valonlähteitä (esim. LED tai energiansäästölamppu).	x		x
Hanki laitteita, jotka ovat energiatehokkaita.	x	x	x
Pese vain täysiä koneellisia (pyykki- ja astianpesukone).	x		x
Laske pesukoneiden pesulämpötilaa.	x		
Vältä laitteiden turhaa käyttöä.		x	x
Seuraa laitteiden energiankulutusta.		x	
Sähkökiuas päällä mahdollisimman lyhyen aikaa.			x
Ilma- ja maalämpöpumppujen käyttö.			x

Tarkastellaan seuraavaksi eri energialähteitä ja sitä, miten kirjoissa eri energialähteet on jaettu uusiutuviin ja uusiutumattomiin. Jokaisessa kirjassa uusiutuviin luetaan Auringon energia, tuuli, vesi sekä biomassa. Lisäksi turpeen kerrotaan olevan hitaasti uusiutuva. Ilmiössä luetaan edellisten lisäksi uusiutuvaksi energialähteeksi maalämpö ja geoterminen energia, ja Titaanissa puhutaan maasta ja ilmasta saatavasta lämmöstä. Uusiutumattomat energialähteet ovat jokaisen kirjan mukaan fossiiliset polttoaineet (maaöljy, kivihiili ja maakaasu) sekä uraani/ydinvoima. Ilmiössä puhutaan uraanista, muissa sanotaan pelkästään ydinvoima.

Ilmiö on ainoa kirja, jossa annetaan enemmän huomiota polttoaineiden lämpöarvoille, minkä yhteydessä puhutaan myös hyötysuhteista. Lämpöarvon sanotaan kertovan, kuinka paljon lämpöä vapautuu, kun kilogramma ainetta palaa. Kirjan sivulla on taulukoituna polttoaineiden lämpöarvoja ja taulukoidut polttoaineet lämpöarvoiltaan suurimmasta pienimpään Ilmiön mukaan ovat: vety, maakaasu, kevyt polttoöljy, kivihiili, puu ja turve. Hyötysuhde ilmiössä selitetään niin, että se kertoo, kuinka suuri osuus energiasta saadaan käytettyä hyödyksi. Esimerkkinä mainitaan kivihiilivoimalaitoksen hyötysuhde, joka on noin 40%. Titaanissa polttoaineista mainitaan maakaasu, turve, puu ja biokaasu, mutta polttoaineiden käsittely jää maininnan tasolle.

Käydään tässä yhteydessä energialähteet läpi aakkosjärjestyksessä yksi kerrallaan niiltä osin, mitä kirjat niistä kertovat.

Auringon energia. Ilmiössä ja FyKessä on erilliset väliotsikon aurinkoenergialle, mutta Titaanissa energialähteiden kohdalla väliotsikkona on vain ”Muiden energialähteiden osuus on vähäinen”, ja Titaanissa ei olekaan lähes mitään kerrottuna Auringon energiasta tässä yhteydessä. Siinä todetaan vain, että on olemassa myös muita energialähteitä, joilla on Suomessa kuitenkin vähäinen merkitys. Auringon säteily on Titaanin mukaan yksi näistä energialähteistä ja kuvatekstissä kerrotaan vielä, että kun laitekustannukset alenevat, myös aurinkoenergian suosio kasvaa. Aiemmin Titaanissa on puhuttu kotien lämmönlähteistä ja kyseisestä luvusta löytyy väliotsikko ”aurinkoenergian käyttö lisääntyy”. Tekstissä kerrotaan, että vaikka käyttö lisääntyy, on aurinkoenergian osuus silti vähäinen muihin lämmöntuotantotapoihin verrattuna, mutta tulevaisuudessa osuuden ennustetaan kasvavan. FyKessä ja Ilmiössä todetaan lähes samoin sanoin, että aurinkopaneeleiden avulla Auringon energia voidaan muuntaa suoraan sähköksi. FyKessä ei ole tutkimuksen kannalta enempää kiinnostavaa tietoa aurinkoenergiasta, mutta Ilmiössä sen sijaan on hyvin asiaa aiheesta. Ilmiössä kerrotaan aurinkoenergian hyötysuhteen olevan nykyään noin 15% luokkaa. Lisäksi aurinkoenergian kerrotaan olevan saasteetonta, turvallista, uusiutuvaa sekä ehtymätöntä. Titaanin tapaan

Ilmiössäkin sanotaan aurinkoenergian suosion kasvavan laitekustannusten pienentyessä sekä hyötysuhteen kasvaessa. Tekstikappale aurinkoenergiasta Ilmiössä loppuu sanoihin, että tulevaisuudessa sen uskotaan olevan yhä tärkeämpi energiantuotantomuoto myös Suomessa.

Biomassa/puupolttoaineet. Ilmiössä on väliotsikko ”lämpövoimalaitos” kun taas Titaanin väliotsikossa puhutaan puupolttoaineista ja FyKessä bioenergiasta. Ilmiössä ei tässä yhteydessä puhuta mitään biomassasta, mutta kun palataan takaisin energian tuotantoon, niin sieltä löytyy tekstiä aiheeseen liittyen lämpöarvoista puhuttaessa. Tässä yhteydessä Ilmiössä kerrotaan, että fossiilisten polttoaineiden lämpöarvot ovat paljon suuremmat (kivihiili 26-32 MJ/kg, maakaasu 46 MJ/kg) kuin esimerkiksi puulla (19 MJ/kg). Titaanissa tuodaan tekstissä ensimmäisenä esiin, että puupolttoaineiden suosio on kasvanut koko ajan tasaisesti, ja Suomessa puupolttoaineet ovat suurin energialähde kulutetusta kokonaisenergiasta. Titaanissa jatketaan, että puupolttoaineet ja muu biomassa vapauttavat ilmakehään hiilidioksidia, mutta vain saman verran kuin muutenkin vapautuisi niiden lahotessa. Haitallista niiden käytössä on kirjan mukaan se, että palaessa vapautuu ympäristölle haitallisia hiukkaspäästöjä sekä rikkidioksidia ja typen oksideja. FyKessä bioenergian hiilidioksidipäästöjen haitattomuus kuitataan hieman eri tavalla kuin Titaanissa, sillä siinä palaessa vapautuvan hiilidioksidin kerrotaan sitoutuvan takaisin luontoon puiden kasvaessa. Bioenergian etuna nähdään FyKessä se, että pajut kasvavat nopeasti, jolloin niiden viljely on edullista. Titaani on ainoa, joka ottaa biomassan haitallisuuden esille.

Fossiiliset polttoaineet. Käsitellään fossiilisia polttoaineita vielä erikseen, mutta todetaan tässä kohdassa, mitä yleisesti fossiilisista polttoaineista kerrotaan. Ilmiössä todetaan fossiilisten polttoaineiden käytön lisäävän ilmakehän hiilidioksidia, mikä tulee ilmi myös Titaanissa. FyKessä on väliotsikko ”fossiiliset polttoaineet eivät uusiudu”, jonka alla esitellään maaöljy ja -kaasu sekä kivihiili. Näiden poltossa kerrotaan vapautuvan hiilidioksidia, joten tämä asia otetaan puheeksi jokaisessa oppikirjassa. Tässä yhteydessä FyKessä kerrotaan vielä ilman hiilidioksidin lisääntymisen nopeuttavan ilmastonmuutosta eli edistävän Maan keskilämpötilan kohoamista.

Geoterminen energia. Ilmiössä ja FyKessä ei puhuta geotermisestä energiasta mitään ja Titaanissakin vain sen verran, että sillä on Suomessa vähäinen merkitys, mutta esimerkiksi Islannissa huomattava osa kokonaisenergiasta on tuotettu geotermisellä energialla.



Kivihiili. Lämpöarvojen kohdalla Ilmiössä mainitaan kivihiilen hyväksi puoliksi suuri lämpöarvo, edullisuus sekä se, että sitä on paljon saatavilla. Kirjassa todetaan, että kivihiili on maailmanlaajuisesti yksi eniten käytetyistä ja tärkeimmistä energialähteistä. Kivihiilen poltosta aiheutuu Ilmiön mukaan monenlaisia päästöjä, muun muassa hiilidioksidia, rikkidioksidia, typpioksideja ja pienhiukkasia. Tämän takia hiilenpoltosta yritetään jatkuvasti tehdä puhtaampaa. Titaanissa lähdetään liikkeelle tiedosta, että kivihiili on fossiilinen polttoaine ja kun Ilmiö luokittelee kivihiilen tärkeimmäksi, niin Titaanin mukaan se on vasta toiseksi merkittävin energialähde maailmanlaajuisesti. Titaanissa nostetaan esille kivihiilen edullisuus. Muita positiivisia puolia siinä on kirjan mukaan, että sitä on helppo kuljettaa, varastoida ja käyttää. Ympäristövaikutuksista Titaanissa nostetaan esille päästöt samaan tapaan kuin Ilmiössä. Ilmiössä ympäristön happamoituminen tuotiin esille yleisesti voimalaitosten yhteydessä, mutta FyKessä maaperän ja vesistöjen happamoitumisen syyksi kerrotaan hiilen seassa olevan rikin ja ilmassa olevan rikin palamistuotteet.

Maakaasu. Titaanissa todetaan maakaasua pidettävän melko puhtaana polttoaineena, koska sen palamisessa muodostuu vain hiilidioksidia ja vesihöyryä. Maakaasun arvioidaan Titaanissa riittävän noin 60 vuodeksi tällä kulutusvauhdilla. Ilmiössä ja FyKessä ei ole tuotu maakaasun yhteydessä kestävä kehityksen aiheita esiin millään tasolla.

Maasta ja ilmasta saatava lämpö. Ilmiössä maalämmön kohdalla ei nouse kestävä kehityksen teemoja esille, mutta sen kerrotaan olevan peräisin Auringon säteilystä ja Maan sisäosan kuumuudesta. Titaanissa maalämmön kerrotaan olevan sekä helppohoitoinen että ympäristöystävällinen. Ilmalämpöpumpun kohdalla Ilmiössä ja FyKessä kerrotaan sen säästävän energiaa, Titaanissa ilmalämpöpumpusta ei ole kestävä kehitykseen liittyvää asiaa.

(Maa)öljy. Titaanissa öljyn kerrotaan olevan maailman tärkein energialähde. Sen haittavaikutuksista kerrotaan sen verran, että pumppauksen ja kuljetuksen yhteydessä sitä voi päästä ympäristöön, mikä aiheuttaa erityisesti haittaa merien ekosysteemeille. Haittavaikutuksia esiintyy kirjan mukaan myös sen palaessa, sillä siinä syntyy hiilidioksidin lisäksi myös rikin ja typen oksideja sekä pienhiukkasia. Titaanissa öljyn arvioidaan riittävän tällä kulutusvauhdilla vielä noin 40 vuoden ajan.

Tuuli. Ilmiössä tuulivoimasta todetaan sen olevan uusiutuva energialähde, jossa suotuisan paikan valitseminen on tärkeää, jotta saadaan mahdollisimman paljon energiaa tuotettua. Suotuisan paikan tärkeyttä korostetaan myös Titaanissa ja FyKessä. Titaanissa tuulivoiman kerrotaan olevan

ympäristöä kuormittamaton, koska se ei saastuta luontoa ja kyseessä on uusiutuva energiamuoto. Tuulivoiman odotetaan yleistyvän Suomessa, mutta yleistymistä hidastaa melu- ja maisemahaitat. Tuulivoima käsitellään FyKessä neutraalisti ja sen hyötyihin ja haittoihin ei oteta millään tavalla kantaa.

Turve. Ilmiössä ei ollut sen enempää tietoa turpeesta, mutta Titaanissa sille on pyhitetty kaksi tekstikappaletta. Positiivista turpeen käytössä kirjan mukaan on sen taloudellinen ja työllistävä vaikutus, onhan se kotimainen polttoaine. Huonoista puolista mainitaan lyhyt korjuuaika ja ympäristöhaitat: turpeen poltossa ilmaan pääsee hiilidioksidia, typpioksideja, rikkidioksidia sekä hiukkaspäästöjä. Muita ympäristöhaittoja Titaanin mukaan on soiden kuivatuksesta aiheutuva suoekosysteemien tuhoutuminen ja lähellä olevien vesistöjen rehevöityminen. Vaikka turve lasketaan hitaasti uusiutuvaksi, niin Titaanissa todetaan, että nykyisellä kulutustahdilla sitä riittää vielä sadoiksi vuosiksi. FyKessä turve kuitataan yhdellä lauseella hitaasti suolla uusiutuvaksi bioenergiaksi.

Uraani. Ilmiössä ei ollut uraanista sellaisenaan kauheasti tietoa, mutta kestävään kehitykseen liittyen muun muassa voimalaitosjäte nousee esille. Titaanissa todetaan ydinvoiman olevan hyvä vaihtoehto ilmatonmuutoksen kannalta, sillä siinä ei vapaudu kasvihuonekaasuja. Ongelmaksi Titaanissa mainitaan radioaktiivinen ydinjäte, minkä lisäksi myös tapahtuneet onnettomuudet nähdään riskinä. FyKessäkin ainoa kestävä kehityksen teema ydinvoimasta puhuttaessa on ydinjäte, jonka kerrotaan olevan vaarallista.

Vesi. Ilmiössä todetaan veden olevan uusiutuva energialähde, jonka avulla sähkön tuotanto on puhdasta ja edullista. Vesivoiman ympäristövaikutuksiksi mainitaan patojen ja säännöstelyaltaiden rakentaminen, joka vaikuttaa muun muassa kalojen liikkumiseen. Suomen kohdalla kirjan mukaan on vielä mahdollista lisätä vesivoiman käyttöä. Ilmiön tapaan myös Titaanissa tuodaan esille vesivoiman tuotannon edullisuus sekä saasteettomuus. Negatiivisina puolina mainitaan ympäristön muuttuminen sekä luonnon tasapainon häiriintyminen patojen rakentamisessa sekä järvien säännöstelyssä. Titaanissa mainitaankin lopussa, että ympäristöhaittojen takia viime aikoina ei ole rakennettu uusia vesivoimaloita. Vesivoimakin käsitellään FyKessä neutraalisti eikä sen plussia tai miinuksia nosteta esille.

Ilmiössä nostetaan puheeksi vety, jonka kerrotaan olevan puhdas polttoaine. Se ei ole ratkaisu energiaongelmiin, sillä sen saaminen vedestä vaatii niin paljon energiaa, mutta se soveltuu hyvin polttoaineeksi. Puhtauden lisäksi vety ei tule Ilmiön mukaan koskaan loppumaan ja sen hyväksi ominaisuudeksi kirjassa mainitaan myös, että sen lämpöarvo on korkea. Ongelmallista taas on vedyn varastoiminen ja kuljettaminen. Ilmiössä ennustetaan, että polttokennotekniikka yleistyy autoissa jo lähitulevaisuudessa.

Taulukko 8. Kestävän kehityksen aiheet eri energialähteiden yhteydessä.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Jako uusiutuviin ja uusiutumattomiin energialähteisiin.	x	x	x
Polttoaineiden lämpöarvot.	x		
Aurinkoenergian suosio nousee, kun kustannukset laskevat.	x	x	
Aurinkoenergian hyötysuhde.	x		
Aurinkoenergia saasteetonta.	x		
Puupolttoaineista vapautuva hiilidioksidi.		x	x
Puupolttoaineiden haitallisuus.		x	
Puupolttoaineiden etuna nopea kasvu ja edullinen viljely.			x
Fossiiliset polttoaineet lisäävät ilmakehän hiilidioksidia.	x	x	x
Hiilidioksidin lisääntyminen nopeuttaa ilmastomuutosta.			x
Kivihiilen etuja mainittu.	x	x	
Kivihiilen poltosta paljon päästöjä.	x	x	x
Ympäristön happamoituminen.	*		x
Maakaasua pidetään melko puhtaana polttoaineena.		x	
Maalämpö ympäristöystävällinen.		x	
Ilmalämpöpumppu säästää energiaa.	x		x
Maaöljyn haittavaikutukset.		x	
Tuulivoima ei saastuta luontoa.		x	
Tuulivoiman melu- ja maisemahaitat.		x	
Turpeen plussat ja miinukset.		x	
Ydinvoiman yhteydessä ei vapaudu kasvihuonekaasuja.		x	
Ydinjätteen ongelmallisuus.	x	x	x
Vesivoima puhdasta ja edullista.	x	x	
Vesivoiman haitalliset ympäristövaikutukset.	x	x	
Polttokenno/vety.	x		

\* = tullut aiemmin puheeksi

Viimeisimpänä käydään läpi tärkeimmät teemat eli kestävä kehitys, kasvihuoneilmiö ja sen voimistuminen sekä ilmastomuutos. Titaanissa on erillinen teemasivu aiheesta. Titaanissa käydään lähes koko kasvihuoneilmiö ja muut siihen liittyvät teemat kuvan kautta, mutta myös Ilmiössä ja FyKessä löytyy tilannetta havainnollistava kuva.

Ilmiö on ainoa kirja, jossa mainitaan kestävä kehitys käsitteenä, ja siinä termi mainitaan jopa kahteen otteeseen. Ensimmäisellä kerralla käsitteen tullessa esille kirjassa todetaan, että nykypäivänä käyttöön tarvitaan jatkuvasti yhä enemmän ja enemmän energiaa, ja Suomen kaltainen teknistynyt yhteiskunta tarvitsee käyttöönsä paljon enemmän energiaa verrattuna kehittyviin maihin. Kasvavan energiantarpeen ratkaiseminen kestävällä tavalla on yksi suurimmista haasteista yhteiskunnallisessa kehittämisessä. Tässä vaiheessa tulee ensimmäisen kerran esille kestävä kehitys: sen päämääränä on turvata hyvät elämisen mahdollisuudet sekä nykyisille että tuleville sukupolville. Yksi tämän päämäärän toteutumisen kannalta huomioitavista asioista on luonnonvarojen riittävyys. Kestävä kehitys mainitaan myös, kun puhutaan voimalaitoksista ja niiden ympäristövaikutuksista. Nyt kestävän kehityksen päämäärän sijaan puhutaan sen vaatimuksesta. Riittävän energiantuotannon turvaamisen lisäksi tulee huolehtia siitä, että luonnon sietokyky ei ylitä energiantuotannon päästöjen ja muiden haittavaikutusten seurauksena.

Kasvihuoneilmiö on Ilmiössä selitetty seuraavalla tavalla. Maapallo säteilee Auringosta peräisin olevaa säteilyä lämpösäteilynä. Osa tästä säteilystä läpäisee ilmakehän, mutta osa heijastuu takaisin tietyistä ilmakehän kaasuista. Tämä ilmiö on kasvihuoneilmiö. Tässä vaiheessa Ilmiössä esitellään myös tärkeimmät kasvihuonekaasut, joiden kerrotaan toimivan kasvihuoneen katon lailla. Titaanissa asia selitetään kuvan muodossa. Kuvassa ensimmäinen vaihe on se, että Auringon säteilyä tulee ilmakehän läpi ja suurin osa tästä säteilystä imeytyy maahan. Toisessa vaiheessa kerrotaan, että osa Auringon säteilystä heijastuu jo ilmakehästä ja osa vielä maanpinnasta. Kaikki maanpinnasta heijastuva säteily ei kuitenkaan pääse karkaamaan avaruuteen, vaan kasvihuonekaasut, kuten hiilidioksidi, heijastavat lämpösäteilyn takaisin Maahan. Tämä ilmiö on kasvihuoneilmiö. FyKessä lähdetään liikkeelle tosiasiasta, että kasvihuoneilmiö mahdollistaa elämän. Kasvihuoneilmiö selitetään muuten samalla tavalla kuin muissakin kirjoissa, minkä lisäksi todetaan tämän olevan ilmakehän lämpötilaa nostava ilmiö ja ilmiön nimen kerrotaan taas perustuvan siihen, että ilmakehä toimii kasvihuoneen lasikaton tavoin. Ilmiössä ja FyKessä otetaan esille myös se, että kasvihuoneilmiön ansiosta maapallon keskilämpötila on korkeampi, sillä ilman kasvihuoneilmiötä keskilämpötila olisi jopa 30 astetta matalampi eikä elämä olisi mahdollista. Kasvihuonekaasuksi jokaisessa kirjassa mainitaan hiilidioksidi, mutta Ilmiössä mainitaan tämän lisäksi myös vesihöyry, metaani, dityppioksidi sekä otsoni.

Seuraavaksi kirjoissa siirrytään kasvihuoneilmiön voimistumiseen. Ilmiössä lähdetään liikkeelle siitä, että ihminen on toimillaan lisännyt kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä, minkä seurauksena yhä enemmän säteilyä heijastuu ilmakehästä takaisin maanpinnalle. Tämä ilmiö on nimeltään kasvihuoneilmiön voimistuminen, ja se saa aikaan ilmaston lämpenemisen sekä keskilämpötilan nousun. Ilmaston lämpenemisen kerrotaan aiheuttavan muun muassa napa-alueiden jäätiköiden sulamista, meren pinnan nousua ja tuulen voimistumista. Titaanissa otetaan näkökulmaksi se, että fossiilisten polttoaineiden käyttäminen tuottaa lisää kasvihuonekaasuja ja kasvihuoneilmiön voimistuessa lämpösäteilyn takaisinheijastuminen maanpinnalle kasvaa. Tällöin Maan pinnan lämpötila ja ilmakehän keskilämpötila kohoavat. FyKessä asian tarkastelussa lähdetään liikkeelle lämpötasapainosta. Jos maapallo vastaanottaa ja säteilee yhtä paljon energiaa, vallitsee lämpötasapaino, ja keskilämpötila Maassa ei muutu. Kasvihuonekaasujen lisääntyminen aiheuttaa kuitenkin sen, että lämpösäteilyä ei enää säteile pois ilmakehästä niin paljon, jolloin keskilämpötila nousee ja ilmasto muuttuu. Kasvihuonekaasujen lisääntymisen syiksi kirjoissa sanotaan seuraavaa. Ilmiö: fossiiliset polttoaineet energiantuotannossa ja liikenteessä, Titaani: fossiiliset polttoaineet liikenteessä ja teollisuudessa ja FyKe: turpeen ja fossiilisten polttoaineiden polttaminen.

Kun kasvihuoneilmiö ja sen voimistuminen on esitelty, on vuorossa käsitteistä ilmastonmuutos. Ilmiössä todettiin jo, että ihminen on omilla toimillaan aiheuttanut kasvihuonekaasujen määrän lisääntymistä ilmakehässä, minkä takia ilmasto lämpenee, ja seuraavassa tekstikappaleessa tätä ilmiötä kerrotaan kutsuttavan ilmastonmuutokseksi. Titaanissa ilmastonmuutoksen kerrotaan olevan ilmakehän keskilämpötilan hidas kohoaminen ja FyKessä käsite selitetään niin, että ilmaston lämpenemisen seurauksena jäätiköt sulavat, meren pinnat nousevat, tuulet voimistuvat ja jotkut maapallon alueet kuivuvat. Samat ilmaston lämpenemisen seuraukset tulevat puheeksi myös Ilmiössä. Titaanissa ilmastonmuutoksen seurauksista mainitaan mannerjäätiköiden sulaminen sekä myrskyjen ja rankkasateiden esiintyminen aiempaa enemmän, ja FyKessä puhutaan asiasta vielä ruuantuotannon näkökulmasta. Jotkut viljelyalueista muuttuisivat liian kuumiksi ja kuiviksi, ja vaikka joidenkin muiden alueiden olosuhteet muuttuisivat suotuisiksi, ei siellä silti pystyittäisi vastaamaan koko maapallon ihmismäärän ruuantarpeeseen. Ilmiössä ilmastonmuutosta tarkastellaan vielä suomalaisten näkökulmasta eli aihe tuodaan lähemmäs oppilaiden omaa elämää. Suomessa satokausi pitenisi ja lämmityksen tarve vähenisi. Myös lumen määrä tulisi vähenemään, jonka seurauksena syystalvet olisivat pimeämpiä. Erityisesti syksyllä ja talvella myös tuulien ja sateiden määrä lisääntyisi ja nämä luonnonilmiöt myös voimistuisivat. Lisäksi Suomenlahden merenpinta

nousisi. Ihmisten lisäksi ilmastonmuutos Ilmiön mukaan vaikuttaa myös kasveihin ja eläimiin ja niiden ekosysteemeihin.

Viimeinen kirjoissa aiheesta esiin nouseva asia on ilmastonmuutoksen estäminen. Ilmiö on kirjoista ainoa, jossa sanotaan ilmaston lämpenemisen estämisen olevan tärkeää. Siinä todetaan, että itse kukin voi vaikuttaa asiaan esimerkiksi aina tilaisuuden tullen kävellen ja pyörällä liikkumalla tai energiaa säästämällä. Titaanissa estämisen sijaan puhutaan ilmastonmuutoksen hidastamisesta, johon lääkkeeksi kirja antaa jokaisen henkilökohtaiset valinnat ilman esimerkkejä. Lisäksi Titaanissa nostetaan esille myös kansainväliset sopimukset. Kansainväliset sopimukset mainitaan myös FyKessä. FyKessä todetaan, että kansainvälisillä sopimuksilla voidaan esimerkiksi rajoittaa hiilidioksidipäästöjä. Kansainvälisten sopimusten lisäksi myös FyKessä kerrotaan, miten jokainen voi itse vaikuttaa asiaan. Tärkeimmäksi yksittäiseksi keinoksi nostetaan energian säästäminen. Esimerkkeinä annetaan valojen ja turhien laitteiden sammuttaminen, kun niiden ei tarvitse olla päällä, pyöräily autokyydin sijaan aina tilaisuuden tullen sekä huoneen lämpötilan säätäminen noin 20 asteeseen.

Ilmiössä ei tämän luvun lopussa ole tehtäviä, mutta koska luku on aihekokonaisuuden viimeinen, löytyy sen jälkeen sivut ”Testaa, oletko oppinut” sekä kertaustehtäviä. ”Testaa, oletko oppinut”-sivulla on kolme monivalintaa liittyen kasvihuoneilmiöön, kasvihuonekaasuihin sekä ilmastonmuutokseen ja kertaustehtävissä viimeinen tehtävä liittyy samoihin teemoihin. Myös Titaanissa ilmastonmuutosta käsittelevä luku on aihekokonaisuuden viimeinen, joten siitäkin löytyy sekä tehtävät että kertaustehtävät heti aiheita käsittelevän luvun lopusta. Suoraan ilmastonmuutoksen teemoihin liittyviä tehtäviä on kuusi kappaletta. Näissä pyydetään muun muassa selittämään sanat kasvihuoneilmiö ja kasvihuonekaasu, kertomaan mitä on ilmastonmuutos ja miten sitä voidaan hillitä, tulkitsemaan hiilidioksidipitoisuuden kuvaajaa ja päättelemään siitä pitoisuuden ja ilmastonmuutoksen välistä yhteyttä. Kertaustehtävissä on vielä tehtävä, jossa kysytään, mikä on ilmastonmuutos ja mistä se johtuu. FyKessä luvun tehtävistä kolme liittyy suoraan ilmastonmuutokseen. Yhdessä täytyy selittää kasvihuoneilmiön voimistuminen ja kertoa miten se vaikuttaa ilmastonmuutokseen, toisessa kysytään mitä tarkoitetaan ilmaston lämpenemisellä ja miten jokainen itse voi vaikuttaa sen hidastamiseen. Kolmannessa tehtävässä on aiheeseen liittyviä väittämiä, jotka täytyy merkata oikeaksi tai vääräksi. Väittämät liittyvät hiilidioksidin määrään ilmakehässä, ilmastonmuutokseen sekä fossiiliin polttoaineisiin.

Taulukko 9. Kestävän kehityksen termien esiintyminen oppikirjoissa.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Kestävä kehitys	x		
Kasvihuoneilmiö	x	x	x
Kasvihuoneilmiön voimistuminen	x	x	x
Kasvihuonekaasut	x	x	x
Ilmastonmuutos	x	x	x

Taulukko 10. Kestävän kehityksen aiheet oppikirjoissa kasvihuoneilmiön yhteydessä.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Energiantarpeen kestävä ratkaisu yksi suurimmista haasteista.	x		
Kestävän kehityksen päämäärä.	x		
Luonnonvarojen riittävyys turvattava.	x		
Luonnon sietokyky ei saa ylittyä.	x		
Kasvihuoneilmiön selittäminen.	x	x	x
Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu.	x	x	x
Kasvihuoneilmiö mahdollistaa elämän.			x
Kasvihuoneilmiö nostaa lämpötilan elämälle suotuisaksi.	x		x
Kasvihuonekaasuja myös vesihöyry, metaani, dityppioksidi sekä otsoni.	x		
Kasvihuoneilmiön voimistuminen selitetty.	x	x	x
Kasvihuoneilmiön voimistuminen johtuu ihmisistä.	x		
Kasvihuoneilmiön voimistumisen/ilmastonmuutoksen vaikutukset.	x	x	x
Fossiiliset polttoaineet lisäävät kasvihuonekaasuja.	x	x	x
Ilmastonmuutoksen estäminen tärkeää.	x		
Neuvoja ilmastonmuutoksen hidastamiseksi.	x	x	x
Kansainväliset sopimukset ilmastonmuutoksen ehkäisemisessä.		x	x

Teema ”Sähkömagnetismi ja energia” sisältää eniten asiaa kestävään kehitykseen liittyen. Kestävään kehitykseen liittyen Ilmiö on ainoa oppikirjoista, jossa mainitaan kestävä kehitys suoraan käsitteenä, joten se on suuri etu Ilmiölle tässä tutkimuksessa. Myös kasvihuoneilmiöstä ja ilmastonmuutoksesta puhuttaessa Ilmiö onnistuu parhaiten, sillä se on ainoa kirja, jossa mainitaan hiilidioksidin lisäksi muita kasvihuonekaasuja nimeltä, ja kerrotaan ilmastonmuutoksen johtuvan ihmisistä. Vain Ilmiössä kerrotaan myös suoraan, että ilmastonmuutoksen estäminen on tärkeää. Kasvihuoneilmiöön liittyvistä asioista puhuttaessa kirjoissa käsitellään asioita muuten samalla laajuudella.

Muissa teeman aiheissa kirjat olivat tasavahvoja, mutta nostetaan vielä erikseen puheeksi energiantuotantoon liittyvät asiat, sillä niitä korostetaan myös opetussuunnitelmassa. Jako uusiutuviin ja uusiutumattomiin energialähteisiin tapahtuu kirjoissa samalla tavalla, mutta kun lähdetään tarkastelemaan eri energialähteitä ja niiden hyötyjä ja haittoja, niin FyKessä käsitellään aihetta hyvin neutraalista näkökulmasta. Tämän takia FyKe onnistuukin huonoiten tutkimusaiheen näkökulmasta, ja Ilmiö taas aiemmin mainittujen seikkojen valossa parhaiten.

Viimeisempänä kirjoissa on liitteet ja hakemistot. Titaanissa liite-osiota ei ole ollenkaan. Ilmiön ja FyKen liitteet eivät sisällä tutkimuksen kannalta olennaista tietoa, joten liitteiden uupuminen Titaanissa ei tutkimuksen kannalta ole merkittävää. Ilmiössä on käsitehakemisto, jossa on käsitteen lisäksi annettu sille lyhyt selitys sekä sivunumero, josta käsite kirjassa löytyy. Titaanissa on toimittu samalla tavalla eli käsite avattu lyhyesti ja annettu sivu, jolla käsite esiintyy. FyKessä on pelkkä hakemisto eli käsitteitä ja näiden sivunumerot. Käsitehakemistojen vertailu onnistuu parhaiten taulukon avulla ja taulukkoon 11 on kerätty kestävään kehitykseen liittyvät käsitteet, jotka kirjoista löytyvät. Käsitteet on laitettu taulukkoon aakkosjärjestyksessä.

Kuten taulukosta 11 nähdään, Ilmiössä kestävään kehitykseen suoraan tai välillisesti liittyviä käsitteitä on seitsemän kappaletta, Titaanissa 21 kappaletta ja FyKessä 17 kappaletta. Vaikka Titaanissa on eniten teemaan liittyviä käsitteitä kirjan lopussa, niin lähestulkoon tärkeimpinä pidettävät käsitteet kuten kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen sekä kasvihuonekaasut puuttuvat. Määrä ei siis korvaa laatua. Myös FyKestä puuttuu hakemistosta kasvihuonekaasut, mutta muuten siinä on laajin valikoima eri käsitteitä, jos painotetaan ydinkäsitteitä kuten ilmastonmuutos ja kasvihuoneilmiöön liittyvät käsitteet. Toki FyKen huonoksi puoleksi on vielä pakko laskea se, että siinä käsitteitä ei ole hakemistossa selitetty auki.



Taulukko 11. Kestävään kehitykseen liittyvät käsitteet kirjan lopussa.

	Ilmiö	Titaani	FyKe
Aurinkoenergia		x	
Aurinkokenno/-keräin			xx
Bioenergia			x
Energialamppu			x
Energialähde		x	
Fossiiliset polttoaineet		x	
Hukkaenergia		x	
Hyötysuhde	x	x	x
Ilmastonmuutos	x	x	x
Kasvihuoneilmiö	x		x
Kasvihuoneilmiön voimistuminen	x		x
Kasvihuonekaasut	x		
Kivihiili		x	x
LED	x		x
Loppusijoituspaikka tai -varasto		x	x
Lämpöarvo	x		
Maakaasu		x	
Otsonikerros		x	
Puupolttoaine		x	
Sähköenergian säästäminen/tuottaminen			xx
Turve		x	
Tuulivoima(laitos)		x	x
Uusiutumattomat energialähteet		x	x
Uusiutuvat energialähteet		x	x
Valokaapeli		x	
Valokuitu		x	
Vesivoima(laitos)		xx	x
Ydinvoima		x	
Öljy		x	

Kirjan lopussa oleville käsitteistöille ja käsitteihakemistoille ei tässä tutkimuksessa anneta suurta painoarvoa, sillä ne eivät näy aineen opetuksessa oppitunneilla. Käsitteihakemistojen merkitys on siis hyvin vähäinen tutkimusongelmien näkökulmasta.

## 5. Johtopäätökset

Palautetaan tässä vaiheessa mieleen, mistä tässä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita. Johdannossa tutkimusongelmat kiteytetään kahteen kysymykseen: miten kestävä kehitys näkyy yläkoulun fysiikan oppikirjoissa ja toteuttavatko yläkoulun fysiikan oppikirjat opetussuunnitelman kirjaukset kestävästä kehityksestä?

Kestävään kehitykseen läheisesti liittyvät käsitteet: kasvihuoneilmiö, kasvihuoneilmiön voimistuminen, kasvihuonekaasut, ilmastonmuutos, fossiiliset polttoaineet ynnä muut sellaiset näkyvät jokaisessa oppikirjassa. Kasvihuoneilmiö ja sen voimistuminen on selitetty kirjoissa samassa laajuudessa, mutta ilmastonmuutoksen ja kasvihuonekaasujen kohdalla Ilmiö onnistuu selkeästi parhaiten. Ilmiö on ainoa kirja, jossa oikeasti todetaan ilmastonmuutoksen estämisen olevan tärkeää ja ilmastonmuutoksen johtuvan ihmisistä. Lisäksi Ilmiö on kirjoista ainoa, jossa mainitaan hiilidioksidin lisäksi muita kasvihuonekaasuja asian esittelyn yhteydessä.

Kun kestävästä kehityksestä puhutaan, täytyy nostaa esille myös se fakta, että Ilmiö on oppikirjoista ainoa, jossa nostetaan käsite esille sellaisenaan. Muissa kirjoissa käsitettä ”Kestävä kehitys” ei mainita yhtään kertaa. Tämä on suuri etu Ilmiölle. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että kirjassa on todella hyvin asiaa kestävään kehitykseen liittyen. Suurin osa kestävään kehitykseen liittyvistä asioista tuli ilmi energiasta ja sähköstä puhuttaessa. Kasvihuoneilmiöön ja ilmastonmuutokseen liittyvät asiat on kirjassa käsitelty monipuolisesti. Ilmiössä ei ole havaittavissa suuria puutteita muissakaan asiayhteyksissä, joten aiemmin esiin nostettujen seikkojen perusteella todetaan sen onnistuvan parhaiten kestävä kehityksen näkökulmasta.

Titaani ja FyKe ovat tasavahvoja kasvihuoneilmiön ja ilmastonmuutoksen teemojen ympärillä, joten näiden kahden keskinäisen järjestyksen ratkaisemiseksi tulee perehtyä tarkemmin muihin teemoihin. Uudet teknologiset ratkaisut, ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen sekä fysiikka kestävä tulevaisuuden rakentamisessa tulevat kirjoissa samassa laajuudessa käsitellyiksi, joten energia-aiheet ovat nyt ratkaiseva tekijä. Sähkönsäästövinkejä FyKessä on selkeästi enemmän kuin Titaanissa, mutta eri energialähteiden esittely FyKessä jää valitettavan neutraalille tasolle. Titaanissa käsitellään monipuolisemmin eri energialähteiden hyödyt ja haitat, minkä lisäksi Titaanissa mainitaan myös fuusiovoiman merkitys tulevaisuuden energiantuotannossa. Tämän takia Titaani nousee tutkimuksessa toiselle sijalle ja FyKestä todetaan, että siinä nousee kestävä kehityksen teemat huonoiten esille.

Täytyy kuitenkin muistaa, että vaikka kirjat laitettiin nyt paremmuusjärjestykseen: Ilmiö, Titaani ja viimeisenä FyKe, niin jokaisessa kuitenkin nousee esille paljon kestävän kehityksen asiaa. Yksikään kirjoista ei siis onnistu huonosti tutkimuksen valossa, vaan pienet asiat ratkaisivat tällä kertaa, kun kirjat kuitenkin haluttiin laittaa paremmuusjärjestykseen. Vaikka kirjoista pystyttiin toteamaan, mikä on paras ja mikä huonoin, niin jokaisesta kirjasta löytyi ilahduttavan paljon asiaa kestävän kehityksen teemoista, ja voidaan sanoa, että kestävän kehityksen aiheet kulkivat lähes koko kirjan ajan jollain tavalla mukana jokaisessa oppikirjassa.

Toinen tutkimusongelma liittyy opetussuunnitelmaan ja siihen, toteuttavatko oppikirjat opetussuunnitelman kirjaukset. Perusopetuksen opetussuunnitelman kirjaukset kestävään kehitykseen liittyen voidaan jakaa kuudeksi kohdaksi: uudet teknologiset ratkaisut, ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen, ympäristön hyvinvoinnin turvaaminen, vastuun ottaminen ympäristöstä, energiavarojen kestävä käyttö sekä fysiikka kestävän tulevaisuuden rakentamisessa.

Uudet teknologiset ratkaisut ovat hitusen häilyvä käsite, sillä nyt täytyy pohtia, että mitkä lasketaan uusiksi teknologiseksi ratkaisuksi. Jokaisessa kirjassa on otettu puheeksi yleisellä tasolla, että fysiikalla on suuri merkitys eri keksinnöissä nyt ja tulevaisuudessa. Näistä teknologisista ratkaisuista jokaisessa oppikirjassa puhutaan muun muassa LEDeistä, valokuiduista ja -kaapeleista sekä sähköautoista. Tämän lisäksi Titaanissa puhutaan esimerkiksi transistoreista, suprajohteista sekä neodyymimagneeteista ja Ilmiössä ja Titaanissa nanoteknologiasta ja sen tulevaisuudesta lääketieteessä. Ilmiössä ja FyKessä puhutaan induktioliedestä, ja lasketaan sekin nyt vielä uudeksi teknologiseksi ratkaisuksi.

Ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen näkyy selvimmin aiheissa, jotka liittyvät kestävän kehityksen sosiaaliseen ulottuvuuteen. Jokaisessa oppikirjassa puhutaan magneettikuvauksen ja ultraäänen hyödyntämisestä sekä melusta ja siltä suojautumisesta. Jo aiemmassa kohdassa esiin nostettu nanoteknologia ja valokuitu ja -kaapeli nekin yhdistetään lääketieteeseen kirjoissa. Ihmisten hyvinvoinnin turvaamiseen liittyy myös vahvasti tietämys ilmastonmuutoksesta ja sen hidastamisesta sekä eri energialähteiden hyvistä puolista ja haitoista.

Ympäristön hyvinvoinnin turvaaminen ja vastuun ottaminen ympäristöstä tulee oppikirjoissa parhaiten esille eri energialähteiden kohdalla niiden ympäristövaikutuksista puhuttaessa. Oppikirjoissa vilahtelevat sanat kuten ympäristön happamoituminen (Ilmiö ja FyKe), luonnonvarojen riittävyys ja luonnon sietokyky (Ilmiö) sekä luonnon tasapainon häiriintyminen

(Titaani). Jokaisessa oppikirjassa nostetaan monta kertaa esille fossiilisten polttoaineiden haitallisuus sen tiedon valossa, että fossiilisten polttoaineiden käyttö lisää ilmakehän hiilidioksidia, joka on kasvihuonekaasu. Jokaisessa oppikirjassa nousee esille myös ydinjäte ja sen haitallisuus sekä ydinjätteen varastoiminen turvallisesti. Tässä kohdassa Titaanissa puhutaan myös ympäristöstä otettavista näytteistä, jotta voidaan olla varmoja, ettei radioaktiivista ainetta ole päässyt ympäristöön. Ympäristön turvaaminen tulee hyvin esille myös siinä, että ilmastonmuutoksen ympäristövaikutuksista puhutaan jokaisessa kirjassa laajasti. Lisäksi kirjoissa kerrotaan, kuinka jokainen voi omilla valinnoillaan vaikuttaa ilmastonmuutoksen hidastamiseen. Sähkön- ja energiansäästövinkeistä ovat myös ympäristöteko. Jokainen oppikirja sisältää vinkkejä sähkön ja energian säästämiseen sellaisella tasolla, että jokainen meistä pystyy niitä toteuttamaan. Myös kasvihuoneilmiön ja ilmastonmuutoksen kohdalla kerrotaan, että jokaisen omilla valinnoilla on merkitystä, ja Ilmiössä vielä erikseen todetaan, että kasvihuoneilmiön voimistuminen johtuu ihmisistä.

Energiavarojen kestävä käyttö liittyy myös vahvasti ympäristön hyvinvoinnin turvaamiseen. Jokaisessa oppikirjassa jaetaan energialähteet uusiutuviin ja uusiutumattomiin ja FyKeä lukuunottamatta energialähteiden kohdalla on käsitelty niiden hyötyjä ja haittoja varsin monipuolisesti. FyKessä asiaa oli käsitelty hyvin neutraalisti, mutta kyllä siinäkin nousee esille tarvittavalla tasolla energialähteiden ympäristöhaittoja sekä asiaa siitä, miksi on tärkeää käyttää energiavaroja kestäväällä tavalla.

Viimeinen opetussuunnitelman kirjauksista on fysiikka kestävä tulevaisuuden rakentamisessa. Jokaisessa oppikirjassa tuodaan esille fysiikan merkitystä eri keksinnöissä nyt ja tulevaisuudessa. Sähkömagneettista säteilyä ja sähkömagneettista induktiota hyödyntäviä sovelluksia tuotiin myös esille laajasti. Kirjoissa korostetaan vahvasti fysiikan roolia eri ilmiöiden ymmärtämisessä, ja Ilmiössä ja Titaanissa nostettiin esille myös fuusiovoiman merkitys tulevaisuudessa. Tällä hetkellä sitä ei vielä pystytä hyödyntämään, mutta tulevaisuudessa se olisi pysyvä ratkaisu energiaongelmiin, ja fysiikalla jos jollakin on suuri merkitys siinä, että fuusiovoimalle sopivat olosuhteet saadaan luotua ja fuusiovoiman hyödyntäminen on mahdollista.

Taulukko 12. Noudattaako oppikirja opetussuunnitelmaa kestävän kehityksen osalta.

Opetussuunnitelma	Ilmiö	Titaani	FyKe
Uudet teknologiset ratkaisut.	x	x	x
Ihmisten hyvinvoinnin turvaaminen.	x	x	x
Ympäristön hyvinvoinnin turvaaminen.	x	x	x
Vastuun ottaminen ympäristöstä.	x	x	x
Energiavarojen kestävä käyttö.	x	x	x
Fysiikka kestävän tulevaisuuden rakentamisessa.	x	x	x

Vastauksena toiseen tutkimusongelmaan voidaan todeta, että jokainen oppikirja toteuttaa hyvin opetussuunnitelman vaatimukset kestävän kehityksen näkökulmasta.

## 6. Yhteenveto

Kestävää kehitystä on hyvin vaikeaa rajata tarkasti sen eri ulottuvuuksien takia. Tutkimusta tehdessä välillä olikin vaikea pohtia, mitkä kaikki asiat oppikirjoista katsoisi kestävään kehitykseen kuuluviksi. Riittääkö esimerkiksi kuvateksti tuulivoimasta siihen, että kestävä kehitys on otettu huomioon, vaikka kuvatekstissä ei sanallakaan mainittaisi ympäristöä.

Kuten tiedetään, kestävällä kehityksellä on kolme ulottuvuutta. Näistä ekologinen ulottuvuus sekä sosiaalinen ulottuvuus korostuvat eniten fysiikan oppiaineessa. Missään ei ole kuitenkaan suoraan sanottu, mitkä asiat kestävään kehitykseen ja sen eri ulottuvuuksiin todella kuuluvat, ja mitä kestävä kehitys oikeasti on. Kestävälle kehitykselle ei olekaan yksiselitteistä määritelmää tai sisältöä, jolloin tutkimukseen mukaan otetut asiat ovat jääneet pitkälti tutkijan oman harkinnan varaan. Tämä ei kuitenkaan vaikuta oppikirjojen väliseen vertailuun, sillä jokaista oppikirjaa on pystytty analysoimaan samalla tavalla. Jokaisesta kirjasta on poimittu samat asiat tutkimukseen, ja samat asiat on hylätty kestävän kehityksen aiheen ulkopuolelle. Tästä näkökulmasta katsottuna tutkimustulokset eri kirjojen välillä ovat siis vertailukelpoisia.

Tutkielmassa on kaksi tutkimusongelmaa: miten kestävä kehitys näkyy yläkoulun fysiikan oppikirjoissa ja toteuttavatko yläkoulun fysiikan oppikirjat opetussuunnitelman kirjaukset kestävästä kehityksestä.

Kestävän kehityksen kaikki kolme ulottuvuutta näkyvät jokaisessa oppikirjassa, mutta taloudellinen ulottuvuus jää hyvin vähälle. Sosiaalinen ulottuvuus näkyy erityisesti lääketieteellisten innovaatioiden kohdalla ja ekologisen ulottuvuuden asiat korostuvat energiantuotannon yhteydessä. Kestävän kehityksen näkökulmasta parhaiten oppikirjoista suoriutuu Ilmiö, joka on muun muassa ainoa kirjoista, jossa mainitaan kestävä kehitys käsitteenä. Ilmiön jälkeen toiseksi paras kirjoista on Titaani, ja huonoiten kestävän kehityksen näkökulmasta suoriutuu FyKe.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että jokainen oppikirja toteuttaa opetussuunnitelman kirjaukset kestävän kehityksen näkökulmasta tarkasteltuna. Vaikka kirjat laitettiin paremmuusjärjestykseen, erot oppikirjojen välillä ovat hyvin pienet. Valitsi sitten minkä oppikirjan tahansa, tulee kestävä kehitys käsiteltyä opetussuunnitelman vaativalla tasolla.

## Lähdeluettelo

[1] Wolff, L-A. (2004). *Ympäristökasvatus ja kestävä kehitys: 1960-luvulta nykypäivään*. Teoksessa Cantell H. (toim.) *Ympäristökasvatuksen käsikirja*. Jyväskylä: PS-Kustannus.

[2] Suomen YK-liitto. (2018). *Agenda2030 – kestävä kehityksen tavoitteet*  
<https://www.yk.fi/sdg>, viitattu 11.6.2019

[3] Ympäristöministeriö. (2013). *Mitä on kestävä kehitys*.  
[http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/kestava\\_kehitys/mita\\_on\\_kestava\\_kehitys](http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys), viitattu 11.6.2019

[4] Kestävän kehityksen toimikunnan työryhmä. (1994). *Kestävä kehitys. Raportti määritelmää pohtineen työryhmän keskusteluista*.

[5] Rohweder, L. (2008). *Kestävä kehitys koulutuksen päämääräksi*. Teoksessa Rohweder, L. & Virtanen, A. (toim.) *Kohti kestävä kehitystä. Pedagoginen lähestymistapa*. Opetusministeriön julkaisuja 2008:3. Helsinki: Yliopistopaino.

[6] Rohweder, L. (2008). *Kestävän kehityksen tulkinnallisia ongelmakohtia*. Teoksessa Rohweder, L. & Virtanen, A. (toim.) *Kohti kestävä kehitystä. Pedagoginen lähestymistapa*. Opetusministeriön julkaisuja 2008:3. Helsinki: Yliopistopaino.

[7] Rohweder, L., Virtanen, A., Tani, S., Kohl, J. & Sinkko, A. (2008). *Kestävän kehityksen pedagoginen malli*. Teoksessa Rohweder, L. & Virtanen, A. (toim.) *Kohti kestävä kehitystä. Pedagoginen lähestymistapa*. Opetusministeriön julkaisuja 2008:3. Helsinki: Yliopistopaino.

[8] Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet*.

[9] Heinonen, J-P. (2005). *Opetussuunnitelmat vai oppimateriaalit. Peruskoulun opettajien käsityksiä opetussuunnitelmien ja oppimateriaalien merkityksestä opetuksessa*. Helsinki.

[10] Loukola, M-L. (2007). *Kestävän elämäntavan oppiminen. Kestävä kehitys opetukseen, arkikäytäntöihin ja toimintakulttuuriin*. Helsinki.

[11] MAPPA: Ulkona oppimisen, ympäristökasvatuksen ja kestävä elämäntavan materiaalipankki  
<https://mappa.fi/fi/etusivu>. Viitattu 28.8.2019

[12] Linkkiapaja. <http://linkkiapaja.edu.fi/oph/search.html>. Viitattu 28.8.2019

[13] WWF materiaalipankki. <https://wwf.fi/vaikuta-kanssamme/ymparistokasvatus/materiaalipankki/>. Viitattu 28.8.2019

[14] Suomen YK-liitto. <https://www.ykliitto.fi/yk70v> Viitattu 28.8.2019

[15] Kiertokapula Oy. <https://www.kiertokapula.fi/wp-content/uploads/2013/03/KeKe-Teht%C3%A4v%C3%A4vihko-yl%C3%A4koulu-ja-lukio.pdf>

[16] Oulun yliopiston LUMA-keskus. <https://ouluma.fi/tunniste/kestava-kehitys/>. Viitattu 28.8.2019

[17] Ympäristökoulu Polku. <https://www.kierratyskeskus.fi/ymparistokoulutus>. Viitattu 28.8.2019

[18] Lehto, H., Salonen, H. & Maalampi J. (2016). *Ilmiö 7-9 Fysiikka*. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

[19] Heinonen, M., Kohtamäki, J. & Korhonen M. (2016). *Titaani Fysiikka 7-9*. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otava.

[20] Kangaskorte, A., Lavonen, J., Pikkarainen, O., Saari, H., Sirviö, J., Vakkilainen K-M. & Viiri, J. (2016). *FyKe 7-9 Fysiikka*. Helsinki: SanomaPro Oy.